

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНЕ ОСНАЩЕННЯ-2.
ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ
ОСНАСТКИ.
КУРСОВИЙ ПРОЄКТ:
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»,
спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2019

Складально-зварювальне оснащення-2. Проектування складально-зварювальної оснастки. Курсовий проєкт: рекомендації до виконання [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В. Лисак - Електронні текстові дані (1 файл: 1,63 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 67 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 21.02.2019 р.)
за поданням Вченої ради Зварювального факультету
(протокол № 6 від 28.01.2019 р.)*

Е л е к т р о н н е м е р е ж н е н а в ч а л ь н е
в и д а н н я

**СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНЕ ОСНАЩЕННЯ-2.
ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ
ОСНАСТКИ.
КУРСОВИЙ ПРОЄКТ:
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ**

Укладач: Лисак Володимир Валерійович,
PhD, ст.викладач.

Відповідальний
редактор: Лисак Володимир Валерійович,
PhD, ст.викладач.

Рецензент: Фомічов Сергій Костянтинович,
докт. техн. наук, професор.

У рекомендаціях наведена мета, етапи та структура курсового проєкту. Наведені необхідні вихідні дані для проектування складально-зварювальної оснастки, вимоги до технічного завдання на проектування нестандартної складально-зварювальної оснастки, порядок проектування складально-зварювальної оснастки, приклади розрахунків сил для закріплення заготовок в пристроях та зварювальних стендах. У додатку наведений приклад оформлення завдання на курсовий проєкт.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019

Зміст

Стор.

МЕТА КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ	4
ЕТАПИ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ	4
СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ	4
1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ	6
1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦІЇ ЗВАРНОГО ВИРОБУ ТА ТУ НА ВИГОТОВЛЕННЯ.	6
1.2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ –ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ	8
1.2.1. Вибір технологічних баз та розробка схеми базування	9
1.2.2. Способи та режими зварювання	10
1.2.3. Зварювальне устаткування.....	11
1.3. ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ	11
2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ НЕСТАНДАРТНОЇ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ	12
3. РОЗРОБЛЕННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ	13
3.1. ПОРЯДОК ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ	13
3.2. РОЗРАХУНОК СИЛ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК В ПРИСТРОЇ	13
3.2.1. Розрахунок розпірних та стягуючих сил	22
3.2.2. Розрахунок сил при підгинанні та стягуванні заготовок.....	25
3.2.3. Розрахунок сил попереднього навантаження заготовок для зварювання оболонкових конструкцій	29
3.3. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ	34
3.3.1. Розрахунок притискачів	35
3.3.2. Розрахунок важільних та клявішних притискачів складально-зварювальних стендів та кондукторів	45
3.4. ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ	57
3.5. ТОЧНІСТЬ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ	57
3.6. КОМПОНУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....	58
Література.....	66

МЕТА КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Метою курсового проєктування є набуття досвіду проєктування, розвиток творчих здібностей та набуття практичних навичок вирішення конструкторсько-технологічних завдань у зварювальному виробництві. Курсовий проєкт має бути інженерною розробкою нестандартної складально-зварювальної оснастки для виготовлення (складання-зварювання) заданої зварної конструкції з урахуванням сучасного рівня розвитку галузі зварювання.

ЕТАПИ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Курсове проєктування складається з трьох етапів:

підготовчого, який полягає в отриманні студентом індивідуального завдання на курсове проєктування;

основного, під час якого курсовий проєкт має бути виконаний у повному обсязі відповідно до завдання та перевірений керівником проєкту;

заключного, який включає захист проєкту на засіданні Комісії.

СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу переважно у вигляді креслень.

1. Графічна частина проєкту: 4 аркуші формату А-1.

1 арк. - Складальне креслення виробу з поперечними перерізами зварних з'єднань та схемою базування заготовок виробу з умовними позначеннями місць постановки упорів та притискачів. На кресленику повинні бути позначені усі зварні шви у відповідності із діючим стандартом (ДСТУ ISO 2553-2014 Умовні позначки на креслениках. Зварні з'єднання). Умовні позначки процесів зварювання зазначаються у відповідності з ДСТУ ISO 4063-2014 Перелік й умовні позначки процесів. Рекомендації щодо підготування зварних з'єднань наведені у відповідних стандартах ДСТУ ISO: ДСТУ EN ISO 9692-1-2014 Рекомендації щодо підготування зварних з'єднань. Ручне дугове зварювання, зварювання в захисному газі, газове зварювання, TIG - зварювання та променеве зварювання сталей; ДСТУ EN ISO 9692-2-2014 Рекомендації щодо підготування зварних з'єднань. Дугове зварювання сталей під флюсом; ДСТУ EN ISO 9692-3-2014 Рекомендації щодо підготовки зварних з'єднань. Частина 3. Дугове зварювання алюмінію і алюмінієвих сплавів в інертному газі плавким і вольфрамовим електродом.

2 арк.- Складальне креслення пристрою для складання (або для складання та зварювання) виробу.

3-4 арк. - Функціональні вузли (складальні одиниці) та деталі пристрою, накресленими у відповідності з розрахунками.

Орієнтовний обсяг пояснювальної записки складає 25...30 сторінок друкованого тексту через 1,5 інтервали, шрифт 14 Times New Roman. Пояснювальна записка курсового проєкту формується у такій послідовності:

2. Пояснювальна записка:

Титульний аркуш.

Завдання на курсовий проєкт.

Анотація.

Зміст.

Вступ.

1. Вихідні дані для проєктування складально-зварювальної оснастки.
 - 1.1. Характеристика конструкції зварного виробу та ТУ на виготовлення.
 - 1.2. Технологічний процес складання - зварювання виробу.
 - 1.3. Вибір технологічних баз та базування заготовок.
 - 1.4. Способи та режими зварювання.
 - 1.5. Зварювальне устаткування.
 - 1.6. Виробнича програма випуску.
 - 1.7. Обґрунтування доцільності розробки складально-зварювальної оснастки.
2. Технічне завдання на проєктування складально-зварювальної оснастки.
 - 2.1. Найменування складально-зварювальної оснастки.
 - 2.2. Призначення складально-зварювальної оснастки.
 - 2.3. Технічні вимоги до розроблюваного пристрою.
 - 2.4. Технологічний процес складання-зварювання виробу в пристрої.
 - 2.5. Схема базування та закріплення заготовок виробу в пристрої.
 - 2.6. Зварювальне та допоміжне устаткування.
 - 2.7. Режими роботи (кількість змін).
 - 2.8. Кількість пристроїв.
3. Розроблення складально-зварювальної оснастки.
 - 3.1. Розрахунок сил для закріплення заготовок виробу в пристрої.
 - 3.2. Конструктивна реалізація схеми базування заготовок.
 - 3.3. Обґрунтування вибору та розрахунок несучих конструкцій, упорів, опор та притискачів розроблюваної складально-зварювальної оснастки.
 - 3.4. Технологічність пристрою.
 - 3.5. Точність пристрою.
 - 3.6. Компонування складально-зварювального пристрою.

- 3.7. Опис конструкції та роботи складально-зварювального пристрою.
4. Висновки.
5. Література.
6. Додатки (специфікації на складальне креслення оснастки).

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ

Вихідними даними для проєктування складально-зварювальної оснастки є креслення виробу або його складальних одиниць (вузла, підвузла тощо), технічні умови на виготовлення, схема технологічного процесу, виробнича програма та результати конструктивно-технологічного аналізу виробу. Складальним вважається пристрій, у якому виконується розміщення деталей (заготовок) в потрібному положенні шляхом фіксації і закріплення та наступної постановки прихваток. В складально-зварювальному пристрої виконують розміщення деталей (заготовок) виробу у необхідному положенні за допомогою фіксаторів і притискачів та наступного зварювання швів.

1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦІЇ ЗВАРНОГО ВИРОБУ ТА ТУ НА ВИГОТОВЛЕННЯ.

Конструкцію зварного виробу видають студенту у вигляді ескізу, який дозволяє провести конструкторсько-технологічний аналіз, необхідний для проєктування нестандартної складально-зварювальної оснастки. Рекомендується аналіз проводити за наступними напрямками, що характеризують:

- призначення конструкції та умови її експлуатації;
- габарити та вага виробу;
- характеристика матеріалу, що зварюється;
- вид заготовок;
- типи зварних з'єднань та зварних швів;
- точність розмірів та геометричної форми виробу;
- технічні вимоги до виробу.

Призначення і умови експлуатації дозволяють оцінити ступінь відповідальності конструкції: невідповідальна, відповідальна чи особливо відповідальна.

Відомості про габарити і вагу виробу необхідні для оцінки можливості ручного або механізованого складання в пристрої, кантування, зварювання і транспортування виробу.

На основі інформації про матеріал виконують оцінку зварюваності основного металу: стійкості проти утворення гарячих і холодних тріщин, схильності до крихких руйнувань при понижень

температурі, проблеми забезпечення рівномірності зварного з'єднання.

Характеристика зварних з'єднань починається з визначення типів зварних з'єднань (стикові, таврові, напусткові, кутові) та швів (стикові, кутові, прорізні, електрозаклепкові, точкові, шовні та нестандартні), які визначаються взаємним розташуванням деталей, видом матеріалу заготовок (лист, кутник, швелер, тавр, труба, гнутий профіль тощо) і товщиною. Для визначення способу зварювання, його рівня механізації і автоматизації, суттєве значення має конфігурація зварних з'єднань (прямолінійне, кільцеве, спіральне, криволінійне); їх довжина (коротке < 0.2 м, середнє $0.2...0.5$ м, довге > 0.5 м); кількість з'єднань одного типу і розміру; доступність зварювання (не обмежена з двох боків, обмежена з одного боку); положення зварювання (нижнє, вертикальне, горизонтальне, стельове тощо).

Вид та спосіб отримання заготовок суттєво впливає на конструкцію складально-зварювального пристрою. Точність встановлення заготовок в пристрої залежить від щільності прилягання заготовок до упорів, тобто від стану їх поверхонь та способу обробки кромek. Для механічно оброблених поверхонь упора і заготовки зазор приймається в межах $0^{+0,2}...0^{+0,5}$ мм, а для необроблених $0^{+0,5}...0^{+2,0}$ мм. Попередньо встановлені та закріплені в пристрої заготовки стають установочними базами для встановлення наступних заготовок складальної одиниці. Тому установочними базами заготовок можуть бути поверхні як механічно оброблені, так і необроблені, що не мають хвилястості та невизначеної кривизни.

Конструкція розроблюваного пристрою повинна забезпечувати фіксування заготовок у відповідності з типом зварного з'єднання та можливостями вільного доступу до місць постановки прихваток та виконання зварних швів відповідної протяжності в зручному для зварювання положенні.

Усі розміри повинні мати граничні відхилення. Необхідно вказати розміри для довідок та невказані граничні відхилення розмірів, наприклад, по $\pm \frac{IT14}{2}$. Задану точність встановлення деталей виробу

забезпечують установочні елементи пристрою, точність розташування яких залежить від допусків на лінійні розміри виробу. Допуски на лінійні розміри складально-зварювальних пристроїв вибирають в межах $0,5...0,75$ допуску на відповідні розміри в виробах, встановлених конструктором. У зв'язку з цим важливо встановити граничні відхилення геометричної форми та розмірів. Наприклад, відхилення від площинності, прямолінійності, паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності та ін. Тоді загальний запис, наприклад, про відхилення від співвісності має вигляд: неспіввісність отворів відносно загальної осі не більше $0,01$ мм. Це означає, що розробник пристрою

повинен забезпечити фіксування заготовок з отворами таким чином щоб зберегти їх співвісність.

Технічними умовами до виробу передбачаються операції з обробки зварних швів, виправлення виробу від залишкових деформацій, механічна, термічна або вібраційна обробка виробу та інші вимоги.

1.2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ –ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ

Зварні конструкції бувають настільки складними, що ця обставина унеможлиблює їх складання та зварювання в одній окремо взятій оснастці. У цьому випадку зварна конструкція розчленовується на складальні одиниці (технологічні вузли), які виготовляються в окремих пристроях з подальшим загальним складанням та зварюванням виготовлених технологічних вузлів в єдине ціле. Специфіка складання для зварювання полягає в необхідності послідовного орієнтування і взаємного суміщення усіх заготовок вузла у відповідності з вимогами складального креслення з наступним закріпленням їх перед зварюванням за допомогою притискачів або прихваток. Технологічна операція складання виробу або вузла представляється у вигляді таблиці з показом основних відомостей, які необхідні для розробки оснастки. Наприклад, технологічний процес складання–зварювання маховика двигуна (Рис.1) до складу якого входять масивний обід 1, диск 2 та маточина 3, що з'єднані між собою кільцевими швами представляється у вигляді таблиці 1.

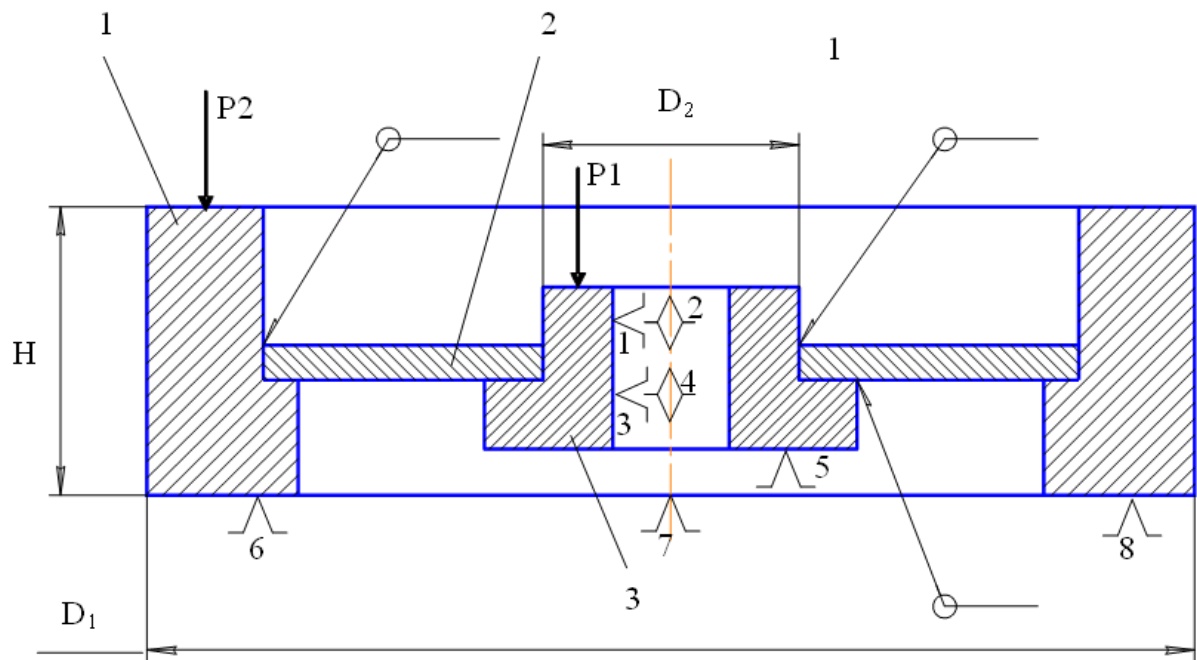


Рис.1. Маховик зварний: 1- обід маховика; 2- диск; 3- маточина маховика.

Таблиця 1. Операція складання-зварювання маховика

№№ переходів	Зміст переходу з показом послідовності, способу встановлення та закріплення
1	Встановити маточину 3 на довгий палець
2	Встановити обід маховика 1
3	Встановити диск 2 на буртики маховика 1 та маточини 3 та зафіксувати притискачами P1 та P2
4	Нахилити вісь обертання маховика на 45^0
5	Зварити кільцевий шов диска зі ступицею
6	Зварити кільцевий шов обода з диском
7	Кантувати на 180 град. та зварити кільцевий шов диска зі ступицею

1.2.1. Вибір технологічних баз та розробка схеми базування

Базування деталей у пристроях здійснюють:

- плоскими поверхнями (по упорах);
- внутрішніми циліндричними поверхнями (по пальцях);
- зовнішніми циліндричними поверхнями (в призмах);
- групою установочних баз.

Складання починають з базової деталі (заготовки) зварного виробу, тобто з деталі яка встановлюється в пристрій першою. Таким

чином, при складанні якась із численних деталей (заготовок) виробу установлюється в пристосуванні першою і слугує установочним елементом для взаємного сполучення наступних заготовок. На базовій деталі вибирається головна технологічна база, яка позбавляє деталь зварного виробу найбільшої кількості ступенів свободи. За головну базу вибирають поверхню з найбільшими габаритними розмірами, яка забезпечувала б стійке положення деталі в пристосуванні. Таким вимогам відповідають поверхні достатньої протяжності: плоска поверхня, яка позбавляє заготовку трьох ступенів свободи та циліндрича – чотирьох. Усі інші поверхні заготовки будуть виконувати роль напрямних або упорних баз. Кількість опорних точок на заготовці не повинно бути більше шести.

На схемі базування заготовок виробу або складальної одиниці опорні точки пристосування позначають умовними знаками та нумерують, починаючи з головної бази, яка позбавляє заготовку найбільшої кількості ступенів свободи. Завершення нумерації опорних точок базової заготовки здійснюється на напрямних та упорних базах. При складанні зварних конструкцій доводиться установлювати в пристрої велику кількість заготовок, забезпечуючи їх фіксацію та закріплення в необхідному положенні. Тому раніше установлені заготовки, які стикаються з установочними поверхнями пристрою, стають установочними базами для монтажу наступних заготовок виробу. У зв'язку з цим умовні позначення опорних точок на цих заготовках не нумеруються. Конструктивна реалізація опорних точок здійснюється у вигляді опор, упорів, фіксуючих пальців, призм та ложементів.

Закріплення заготовок в пристосуванні забезпечується притискачами, які на схемі базування позначаються у вигляді односторонньої стрілки з зазначенням величини сили притиску.

1.2.2.Способи та режими зварювання

Вибір способу зварювання залежить від багатьох факторів: хімічного складу і групи матеріалу за легуванням; товщини деталей; положення зварювання; довжини і конфігурації зварних з'єднань; доступності зварювання; програми випуску виробу і типу виробництва; матеріальних витрат. Рекомендується враховувати фактори у такій послідовності.

Першим фактором пропонується врахувати хімічний склад і активність легуючих елементів основного металу.

Далі необхідно врахувати товщину металу. В подальшому враховують такі фактори: положення з'єднання під час зварювання, доступність до зони зварювання, довжина швів, їх конфігурація та інші фактори.

Чим більшу кількість факторів врахують, тим менша кількість варіантів способів зварювання залишиться. В підсумку має залишитись один спосіб зварювання.

Остаточо, користуючись літературними даними, вибирають спосіб та параметри режимів зварювання, які конче необхідні для розрахунку сил закріплення заготовок зварного вузла в пристрої.

Обравши спосіб зварювання, необхідно призначити вид і марку зварювальних матеріалів: покритих електродів, зварювальних дротів, захисних газів, зварювальних флюсів, неплавких електродів.

Вибір зварювальних матеріалів здійснюють за загальною методикою, представленою в каталогах, довідниках та іншій літературі.

1.2.3.Зварювальне устаткування

Основними вихідними даним для вибору зварювального устаткування є результати конструкторсько-технологічного аналізу. Зварювальне устаткування поділяють на типове і спеціальне. Типове обладнання має відношення до типових способів зварювання. Це обладнання загального призначення, воно має універсальний характер, випускається серійно різними фірмами і знаходить широке застосування. Спеціальне обладнання знаходить найчастіше застосування в умовах масового виробництва, для виконання окремих операцій. Воно, як правило, розробляється для конкретного замовника, для конкретного виду конструкцій. Вибір зварювального обладнання загального призначення (джерела живлення, напівавтомати, автомати) здійснюють на основі інформації яку можна отримати в довідниковій літературі. Відомості про сучасне обладнання, яке можна придбати, краще шукати в каталогах фірм, наприклад, «СЭЛМА», КЗЭСО (Каховский завод электросварочного оборудования), СЭМЗ (Симферопольский электромеханический завод), «ПАТОН» (Опытный завод сварочного оборудования ИЭС им. Е.О Патона), «ФРОНИУС УКРАИНА», «ESAB» та інші.

1.3. ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ

Виробнича програма визначає складність пристрою, необхідність і доцільність оснащення його механізмами для комплексної механізації та автоматизації. Вибір типу пристрою залежить від способу складання та зварювання, складності конструкції виробу, матеріалу та способу отримання заготовок, вимог до якості складання та зварювання, необхідної точності розмірів та геометричної форми виробу і заданої продуктивності.

1.4. Обґрунтування доцільності розробки складально-зварювальної оснастки.

Доцільність використання складально-зварювальної оснастки визначається кількісними та якісними змінами в технологічному процесі складання та зварювання виробу, що обумовлюють підвищення його економічності.

Необхідність розробки складально-зварювальної оснастки обґрунтовується метою її використання. Метою використання складально-зварювальної оснастки є збереження з необхідною точністю габаритів, геометричної форми та взаємного розміщення деталей і вузлів, зменшення обсягу ручних робіт, підвищення продуктивності праці, зменшення трудомісткості складальних операцій, скорочення тривалості виробничого циклу, використання менш кваліфікованої робочої сили, зменшення вартості виготовлюваних зварних конструкцій, підвищення якості зварних виробів та забезпечення їх взаємозамінності, підвищення рівня комплексної механізації та автоматизації виробництва зварних конструкцій.

2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ НЕСТАНДАРТНОЇ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ

Технічне завдання на проектування нестандартних нових або модернізацію діючих пристосувань повинно узагальнювати усі основні вимоги, що висуваються до складально-зварювальної оснастки та її окремих конструктивних елементів [5,6,11].

У технічному завданні необхідно навести в оповідній формі наступні відомості щодо розроблюваного нестандартного пристрою.

2.1. Найменування складально-зварювальної оснастки.

2.2. Призначення складально-зварювальної оснастки.

2.3. Технічні вимоги до розроблюваного пристрою.

В технічних вимогах необхідно сформулювати основні вимоги до пристрою [5,6,11], які забезпечували б надійну фіксацію та закріплення заготовок, вільний доступ до місць постановки прихваток та зварювання, граничні відхилення розмірів, міцність та жорсткість конструктивних елементів, вільне вивільнення складеного або звареного виробу з пристрою, технологічність та ремонтоспроможність. Вказуються також дані про виділену площу, місце встановлення пристрою та його габарити і продуктивність, характеристики енергоносіїв та умови подавання заготовок до пристрою і видавання виробу, транспортні засоби, режим роботи, зварювальне та допоміжне устаткування, налагодження та можливість переналагодження, вимоги до техніки безпеки та ергономічні вимоги.

- 2.4. Технологічний процес складання-зварювання виробу в пристрої.
- 2.5. Схема базування та закріплення заготовок виробу в пристрої.
- 2.6. Зварювальне та допоміжне устаткування.
- 2.7. Режим роботи пристрою (кількість змін).
- 2.8. Кількість пристроїв.

3. РОЗРОБЛЕННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ

3.1. ПОРЯДОК ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ

На основі вивчення та детального аналізу вихідних даних приступають до проєктування пристосування. Здебільшого проєктування виконується у наступному порядку:

- по складальному кресленню виробу визначають базову заготовку та базові поверхні для фіксації та закріплення її в пристосуванні;
- визначають розрахункові зусилля, що діють на пристосування в процесі експлуатації;
- розробляють принципіальну схему пристрою;
- розробляють конструктивну або ескізну компоновку пристрою, в якій розміри деталей приймаються конструктивно та на основі відповідних розрахунків;
- оформлення конструкції пристрою у вигляді складальних креслень;
- визначають економічність пристрою;
- при задовільних результатах економічних розрахунків розробляють робочі креслення складально-зварювального пристосування.

При розробці ескізної компоновки необхідно прагнути до того, щоб пристосування забезпечувало необхідну якість виконання операції і в той же час було простим за конструкцією.

3.2. РОЗРАХУНОК СИЛ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК В ПРИСТРОЇ

Необхідна сила притиску визначається з урахуванням коефіцієнта запасу, який передбачає збільшення розрахункової сили через те, що в пристроях мають місце непостійність установлення та закріплення, відхилення розмірів і форми заготовок, ударні навантаження, нестабільність процесу зварювання. У зв'язку з цим коефіцієнт запасу рекомендується приймати: для ручних притискачів-2; для механізованих-1,5.

Якщо для розрахунку сили притиску заготовок неможливо

застосувати теорію зварювальних деформацій то використовують експериментальні дані. Так за даними наукових досліджень, виконаних в ІЕЗ ім. Є.О. Патона, погонна сила притиску двох кромek при зварюванні встик листових заготовок складає 40 кН/м. Враховуючи виробничий досвід багатьох машинобудівних підприємств та проєктних організацій, для закріплення заготовок в пристроях зусилля кожного необхідного притискача вибирають в межах (2...6 кН).

В складально-зварювальних пристроях діють наступні сили [5,6,13]:

- сили, які необхідні для утримання виробу в процесі зварювання та наступного охолодження;
- сили, що виникають при нерівномірному нагріванні, охолодженні та усадці зварних швів;
- сили, які необхідні для попереднього деформування виробу з метою компенсації залишкової зварювальної деформації;
- локальні сили для підгинання деталей при складанні з метою їх щільного притиску до сусідніх деталей та усунення місцевих зазорів.

У загальному випадку розрахунок цих сил зводиться до того, що методами теорії зварювальних деформацій або експериментально визначається форма та розміри залишкових зварювальних деформацій виробу. Після цього розрахунками визначаються сили та моменти, які необхідно прикласти до виробу, щоб запобігти утворенню цих деформацій на період зварювання [5,6,13].

Несучі елементи повинні мати достатню міцність та жорсткість, щоб не виникали деформації виробу під час прихвачування або зварювання в пристрої в результаті прогину самих несучих конструкцій.

Фіксатори повинні забезпечувати задану точність установлення деталей виробу в процесі складання та зварювання. У зв'язку з цим точність розмірів пристосувань залежить від допусків на виріб і допусків на виготовлення фіксаторів. Зазвичай допуски на лінійні розміри складально-зварювальних пристосувань складають 0,5...0,75 допуску на відповідні розміри встановлюваних деталей (заготовок) виробу.

Притискачі повинні забезпечувати надійне закріплення заготовок виробу в пристрої під час складання, зварювання та наступного охолодження виробу.

Розрахунок сил в складально-зварювальній оснастці доцільно розглянути на конкретних прикладах. Але це не означає, що на усі випадки проєктно-конструкторської роботи можна знайти готову відповідь на поставлену виробничу задачу.

3.2.1. Приклади розрахунку сил в складально-зварювальних стендах

Приклад № 1. Визначити зусилля на притискачах стенда для складання та зварювання листових конструкцій у випадку утворення місцевих випуклин при зварюванні листових полотнищ (Рис.2) за наступними вихідними даними: матеріал листів сталь Ст.3; довжина листів $L=6$ м; ширина одного листа $B=1,5$ м; товщина $\delta=5$ мм; модуль пружності сталі $E=2,1 \times 10^5$ МПа; межа текучості $\sigma_T=250$ МПа; деформація у вигляді місцевої випуклими радіусом $r=45$ см та прогином в центрі випуклини $f=1,5$ см.

Розв'язання

1. Визначаємо відстань притискачів до осі зварного шва $l=(5 \dots 10)\delta$. Притискачі стенда розташовуємо по двом лініям, паралельним осі зварного шва на відстані $l=10 \times 5=50$ мм.

2. Визначаємо величину згинальних напружень, виходячи з параметрів залишкової деформації у вигляді круглої випуклини. Випуклину зварного полотнища можна розглядати як круглу пластину защемлену по контуру радіусом r та навантажену розподіленими силами. Для усунення такої місцевої деформації до випуклини зварного полотнища необхідно прикласти відповідної величини зосереджені або розподілені сили. При цьому в зварному з'єднанні виникають згинальні напруження.

Величину згинальних напружень визначаємо за формулою

$$\sigma = 2,8 \frac{fE\delta}{r^2}.$$

$$\sigma = 2,8 \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{(45 \cdot 10^{-2})^2} = 217,778 \text{ МПа}$$

3. Визначаємо погонну силу притиску однієї кромки листа зварюваного полотнища до підкладки стенда.

Якщо згинальні напруження $\sigma < \sigma_T$, то розрахунок погонних сил притиску однієї кромки ведуть за формулою

$$p = 4,5 f E \left(\frac{\delta}{r} \right)^3;$$

Якщо згинальні напруження $\sigma > \sigma_T$, то розрахунок погонних сил притиску однієї кромки ведуть за формулою визначення допустимих сил притиску

$$P_{\text{дон}} = \frac{\sigma_T \delta^2}{0,6r}.$$

В нашому випадку напруження від згинання менші межі текучості сталі, тобто $217,84 < 250$ МПа, тому розрахунок погонних сил притиску ведемо за першою формулою

$$p = 4,5 \cdot 0,015 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \left(\frac{0,005}{0,45} \right)^3 = 19440 \text{ Н/м.}$$

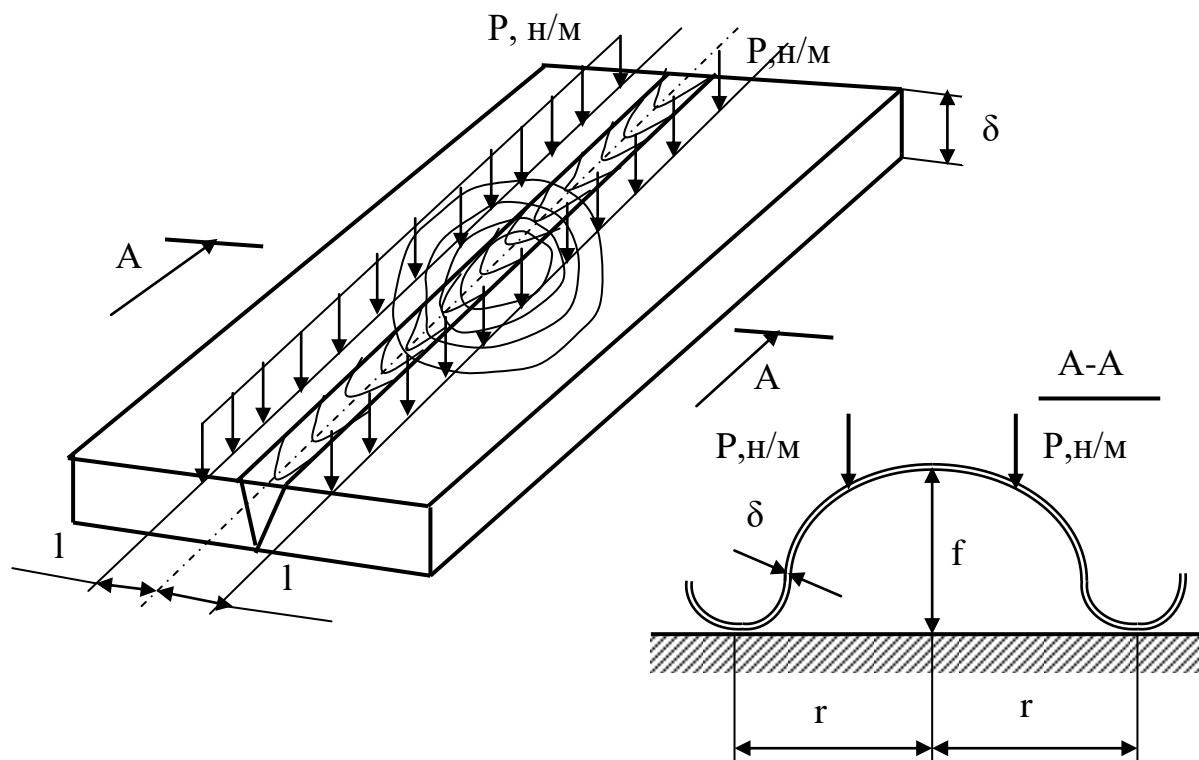


Рис.2. Деформація листового полотна у вигляді круглої випуклини.

4. Розрахункове зусилля на обидві кромки

$$Q = 2p = 2 \times 19440 = 38880 \text{ Н/м.}$$

Приклад № 2. Визначити зусилля на притискачах станда для складання та зварювання полотен у випадку утворення кутових деформацій при зварюванні листів встик за наступними вихідними даними (Рис.3): матеріал листів-сталь ВСт3сп; товщина листів $\delta = 2$ мм; межа текучості сталі $\sigma_T = 250$ МПа; модуль пружності $E = 2,1 \times 10^5$ МПа; залишкова кутова деформація $\tan \alpha = 0,0065$.

Розв'язання

1. Визначаємо відстань від осі зварного шва до лінії дії притискачів
 $l = (5 \dots 10) \delta = 10 \dots 20$ мм.

Приймаємо відстань від осі зварного шва $l = 20$ мм.

2. Визначаємо критичне значення кутової деформації

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}} = \frac{2 \cdot l \cdot \sigma_{\text{дон}}}{3 \cdot E \cdot \delta} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 10^6}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 0,0079.$$

3. Для визначення погонної сили притиску порівнюємо критичне значення кутової деформації з залишковою кутовою деформацією.

Якщо $\alpha > \alpha_{\text{кр}}$, то розрахунок ведуть за формулою

$$P_{\text{дон}} = \frac{\sigma_{\text{дон}} \cdot \delta^2}{6 \cdot l}.$$

Якщо $\alpha < \alpha_{\text{кр}}$, то розрахунок ведуть за формулою

$$P = \frac{\delta^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot E}{4 \cdot l^2}.$$

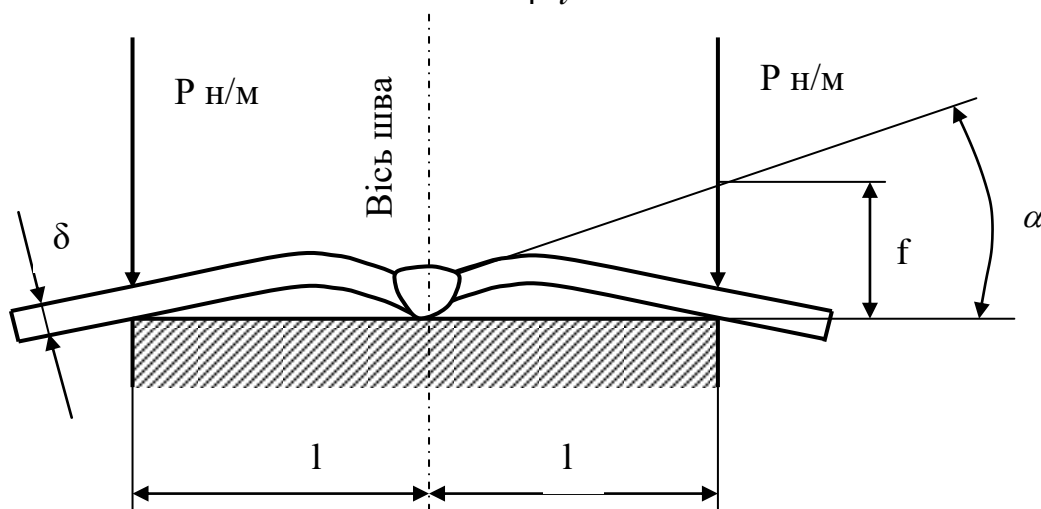


Рис.3. Розрахункова схема визначення сил притиску листів при кутових деформаціях.

В нашому випадку $\alpha < \alpha_{\text{кр}}$, тобто $0,0065 < 0,0079$, тому погонна сила притиску однієї кромки визначається підстановкою відповідних даних в останню формулу

$$P = \frac{0,002^3 \cdot 0,0065 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{4 \cdot 0,02^2} = 6825 \text{ Н/м}.$$

Розрахункове зусилля на обидві кромки

$$Q = 2P = 2 \times 6825 = 13650 \text{ Н/м}.$$

3.2.2. Розрахунок сил в кондукторах для зварювання балок

Приклад №3. Визначити зусилля на притискачах кондуктора для складання та зварювання балок у випадку утворення «грибоподібності» полиці при зварюванні поясних швів за наступними вихідними даними (рис.4): матеріал балки ВСтЗсп; межа текучості

$\sigma_T=250$ МПа; модуль пружності $E=2,1 \times 10^5$ МПа; товщина полиці $\delta=10$ мм; напівширина полиці $l=200$ мм; залишкова кутова деформація $\text{tg } \alpha=0,01$.

Розв'язання

Поперечну деформацію пояса балки в затискному пристрої можна розглядати як згинання двоконсольної пластинки, закріпленої посередині та навантаженої по кінцях силами P .

1. Визначаємо критичне значення кутової деформації

$$\text{tg } \alpha_{кр} = \frac{2 \cdot l \cdot \sigma_{дон}}{3 \cdot E \cdot \delta} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 10^6}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,01} = 0,016.$$

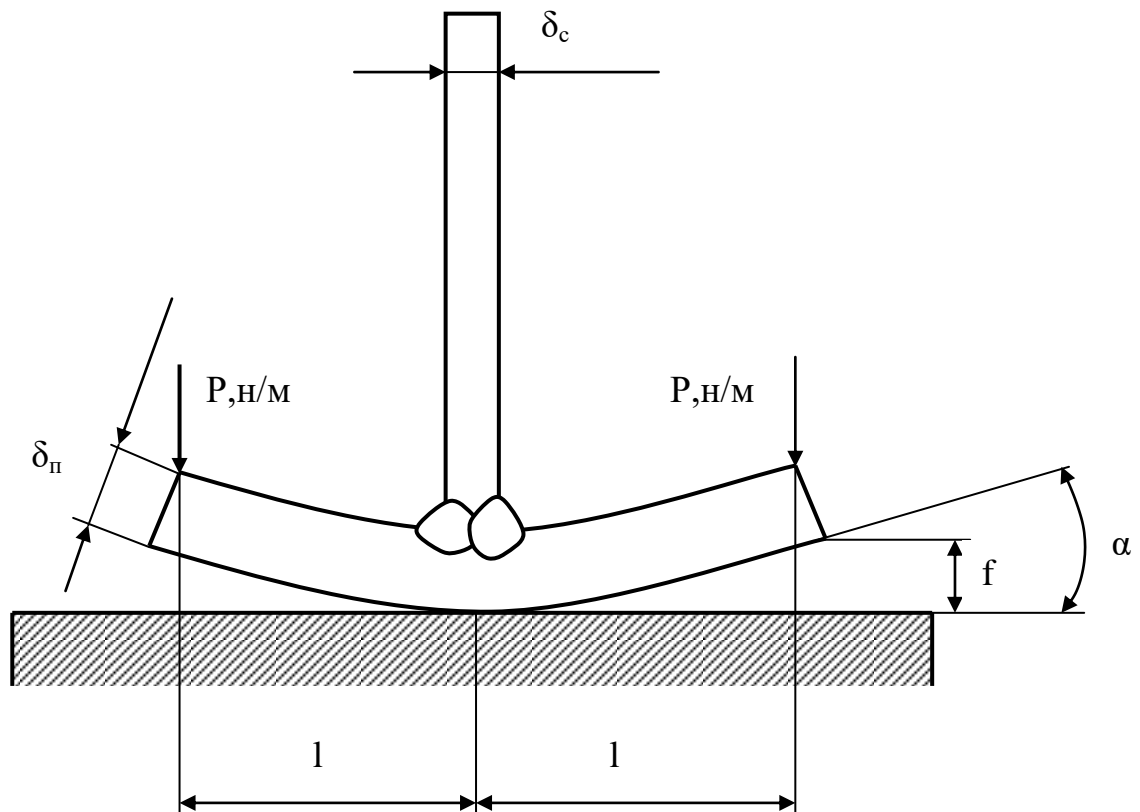


Рис.4. Розрахункова схема визначення сил притиску полиці балки при виникненні кутових деформацій після зварювання поясних швів.

2. Для визначення погонної сили притиску полиці балки порівняємо критичне значення кутової деформації з залишковою кутовою деформацією.

Якщо $\alpha > \alpha_{кр}$, то розрахунок погонної сили притиску ведуть за формулою

$$P_{дон} = \frac{\sigma_{дон} \cdot \delta^2}{6 \cdot l};$$

Якщо $\alpha < \alpha_{кр}$, то погонну силу притиску розраховуємо за формулою

$$P = \frac{\delta^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot E}{4 \cdot l^2}.$$

В нашому випадку $\alpha < \alpha_{кр}$.

Підставляємо відповідні значення у формулу і визначаємо силу притиску однієї кромки полиці балки

$$P = \frac{0,01^3 \cdot 0,01 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{4 \cdot 0,2^2} = 13130 \text{ Н/м.}$$

Сила притиску всієї полиці зварюваної балки

$$Q = 2P = 2 \times 13130 = 26260 \text{ Н/м.}$$

Приклад № 4. Визначити величину рівномірно розподілених сил притиску таврової балки завдовжки $L=6$ м при зварюванні поясних швів в кондукторі за наступними вихідними даними (Рис.5): матеріал балки - сталь ВСт3сп, межа текучості $\sigma_T=250$ МПа, модуль пружності $E=2,1 \times 10^5$ МПа, висота стінки $h_c=600$ мм, товщина стінки $\delta_c=10$ мм, ширина полиці $b_n=300$ мм, товщина полиці $\delta_n=20$ мм, режим зварювання – $I=600$ А, $U_d=40$ В, $V_{зв}=1$ см/с, $\eta=0,8$, катет шва $K=8$ мм.

Розв'язання

1. Визначаємо центр ваги таврової балки для чого знаходимо статичний момент поперечного перерізу відносно осі О-Х та площу поперечного перерізу:

статичний момент перерізу балки

$$S_x = b_n \delta_n \frac{\delta_n}{2} + h_c \delta_c \left(\frac{h_c}{2} + \delta_n \right) = 30 \cdot 2 \cdot \frac{2}{2} + 60 \cdot 1 \left(\frac{60}{2} + 2 \right) = 1980 \text{ см}^3;$$

площа перерізу балки

$$F = h_c \delta_c + b_n \delta_n = 60 \cdot 1 + 30 \cdot 2 = 120 \text{ см}^2;$$

центр ваги балки

$$Y_c = \frac{S_x}{F} = \frac{1980}{120} = 16,5 \text{ см.}$$

2. Визначаємо ексцентриситет прикладання усадочної сили

$$e = Y_c - \left(\frac{1}{3} K + \delta_n \right) = 16,5 - \left(\frac{1}{3} 0,8 + 2 \right) = 14,233 \text{ см.}$$

3. Теплова потужність зварювальної дуги

$$q = IU_o \eta = 600 \cdot 40 \cdot 0,8 = 19200 \text{ Вт.}$$

4. Визначаємо величину усадочної сили від зварювання двох поясних швів

$$P_{y2} = 1,15 \cdot 17 \frac{q}{V_{36}} = 1,15 \cdot 17 \cdot \frac{19200}{1,0} = 375360 \text{ Н.}$$

5. Величина розподіленого навантаження на балку

$$q = 9,6 \frac{P_{y2} \cdot e}{L^2} = 9,6 \frac{375360 \cdot 14,233 \cdot 10^{-2}}{6^2} = 14250 \text{ Н/м.}$$

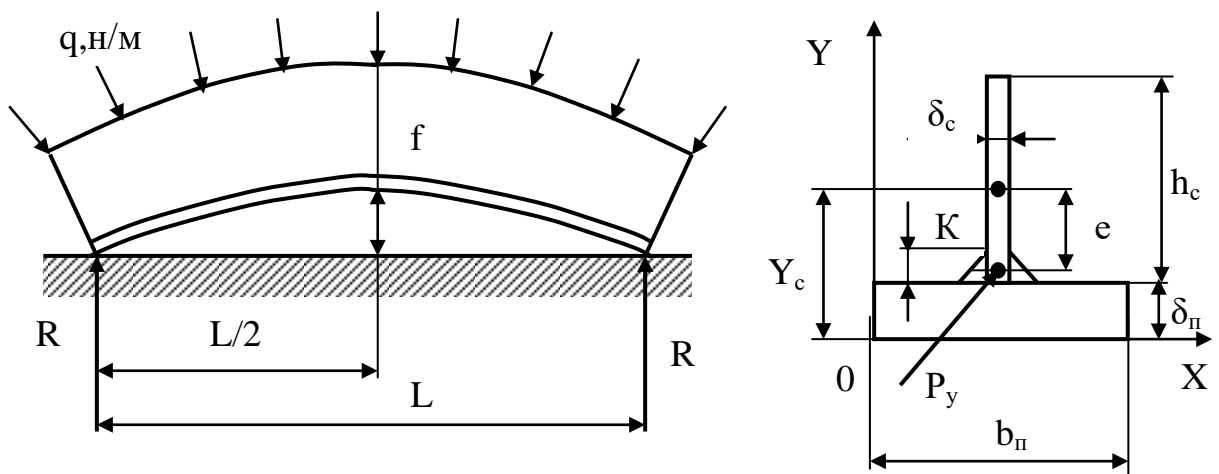


Рис.5. Розрахункова схема притиску заготовок балки в кондукторі рівномірно розподіленими силами

6. Зосереджена сила, що діє на всю балку

$$Q = q \cdot L = 14250 \cdot 6 = 85500 \text{ Н.}$$

7. Опорні реакції на кінцях балки, закріпленої в кондукторі

$$R = \frac{Q}{2} = \frac{85500}{2} = 42750 \text{ Н.}$$

Приклад № 5. Визначити величину зосереджених сил притиску таврової балки завдовжки $L=2,5\text{м}$ при зварюванні поясних швів в

кондукторі за наступними вихідними даними (Рис.6): матеріал балки – сталь ВСт3сп, межа текучості $\sigma_T=250$ МПа, модуль пружності $E=2,1 \times 10^5$ МПа, висота стінки $h_c=400$ мм, товщина стінки $\delta_c=10$ мм, ширина полиці $b_n=200$ мм, товщина полиці $\delta_n=20$ мм, $C=750$ мм, режим зварювання – $I=600$ А, $U_d=40$ В, $V_{зв}=1$ см/с, $\eta=0,8$, катет шва $K=8$ мм.

Розв'язання

1. Визначивши статичний момент S_x та площу поперечного перерізу F , знаходимо центр ваги Y_c :

$$S_x = b_n \delta_n \frac{\delta_n}{2} + h_c \delta_c \left(\frac{h_c}{2} + \delta_n \right) = 20 \cdot 2 \cdot \frac{2}{2} + 40 \cdot 1 \left(\frac{40}{2} + 2 \right) = 920 \text{ см}^3;$$

$$F = h_c \delta_c + b_n \delta_n = 40 \cdot 1 + 20 \cdot 2 = 80 \text{ см}^2;$$

$$Y_c = \frac{S_x}{F} = \frac{920}{80} = 11,5 \text{ см}.$$

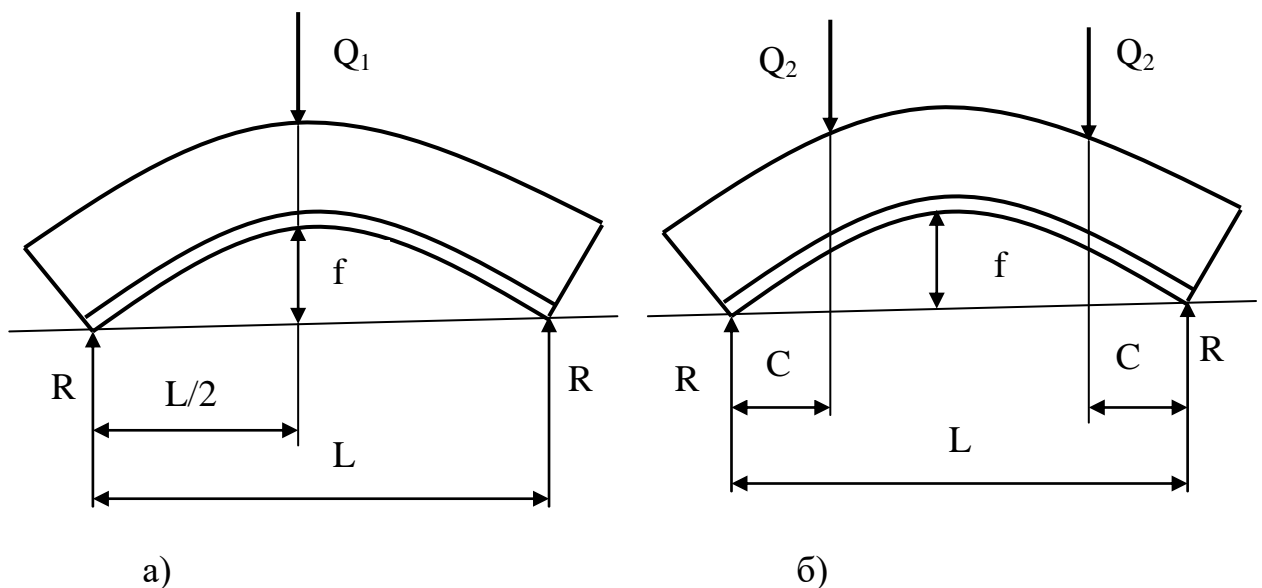


Рис.6. Схема закріплення балки в кондукторі однією - а та двома – б зосередженими силами.

2. Ексцентриситет прикладання усадочної сили

$$e = Y_c - \left(\frac{1}{3} K + \delta_n \right) = 11,5 - \left(\frac{1}{3} 0,8 + 2 \right) = 9,233 \text{ см}.$$

3. Теплова потужність зварювальної дуги

$$q = IU_o \eta = 600 \cdot 40 \cdot 0,8 = 19200 \text{ Дж/с}.$$

4. Усадочна сила від зварювання двох поясних швів

$$P_{y2} = 1,15 \cdot 17 \frac{q}{V_{36}} = 1,15 \cdot 17 \frac{19200}{1,0} = 375360 \text{ Н.}$$

5. Величина однієї зосередженої сили (Рис.5а)

$$Q_1 = 6 \frac{P_{y2} e}{L} = 6 \frac{375360 \cdot 9,233 \cdot 10^{-2}}{2,5} = 83180 \text{ Н.}$$

6. Опорні реакції на кінцях балки $R = \frac{Q_1}{2} = \frac{83180}{2} = 3617 \text{ Н.}$

7. Величина кожної з двох зосереджених сил (Рис.5б)

$$Q_2 = \frac{3P_{y2} e L^2}{C(3L^2 - 4C^2)} = \frac{3 \cdot 375360 \cdot 9,233 \cdot 10^{-2} \cdot 2,5^2}{0,75(3 \cdot 2,5^2 - 4 \cdot 0,75^2)} = 52510 \text{ Н.}$$

8. Опорні реакції на кінцях балки $R = \frac{2Q_2}{2} = \frac{2 \cdot 52510}{2} = 52510 \text{ Н.}$

3.2.3. Розрахунок розпирних та стягуючих сил

Приклад №1. Визначити величину розпирної сили, яка виникає в складально-зварювальному пристрої (Рис.7) в результаті нерівномірного нагрівання під час зварювання встик пластин зі сталі ВСт3пс за наступними вихідними даними: $L=80 \text{ см}$, $B=50 \text{ см}$, $\delta=1,0 \text{ см}$, $E=2,1 \times 10^6 \text{ кгс/см}^2$, $\sigma_T=2500 \text{ кгс/см}^2$; режим зварювання: $I=750 \text{ А}$, $U_d=36 \text{ В}$, $V_{зв}=1 \text{ см/с}$, $\eta=0,8$; теплофізичні властивості: $\alpha=12 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, $C\gamma=5,2 \text{ Дж/см}^3\text{ }^\circ\text{C}$.

Розв'язання

1. Визначаємо теплову потужність зварювальної дуги

$$q = IU_d \eta = 725 \cdot 36 \cdot 0,8 = 20880 \text{ Дж/с.}$$

2. Ширина зони втрати пружних властивостей сталі при $\delta_0=2\delta=2 \text{ см}$

$$b_1 = \frac{0,484 \cdot q}{V_{36} \cdot \delta_0 \cdot C\gamma \cdot 600^\circ\text{C}} = \frac{0,484 \cdot 20880}{1 \cdot 2 \cdot 5,2 \cdot 600} = 1,62 \text{ см.}$$

3. Ширина зони в якій температура досягла кімнатних значень 20°C

$$Y_\kappa = \frac{0,484 \cdot q}{V_{36} \cdot \delta_0 \cdot C\gamma \cdot 20^\circ\text{C}} = \frac{0,484 \cdot 20880}{1 \cdot 2 \cdot 5,2 \cdot 20} = 48,586 \text{ см.}$$

4. Температурне подовження стикового з'єднання при нерівномірному нагріванні

$$\Delta L = 2 \frac{0,484 \cdot q \cdot \alpha}{V_{\text{зв}} \delta_o C \gamma} \ln \frac{Y_{\kappa}}{b_1} = 2 \frac{0,484 \cdot 20880 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 2 \cdot 5,2} \ln \frac{48,586}{1,62} = 0,079 \text{ см.}$$

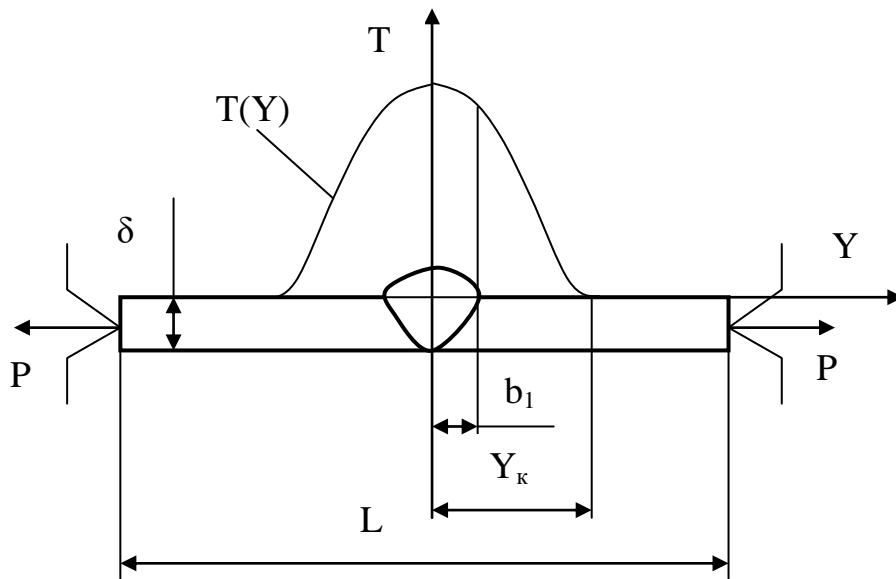


Рис.7. Розрахункова схема визначення розпирних сил від нерівномірного нагрівання при зварюванні в закріпленнях

5. Визначаємо величину розпирної сили при зварюванні в защемленні.

Для цього необхідно врахувати, що при установці заготовок в пристроях по упорам між заготовкою та упорами виникають зазори:

- при необроблених поверхнях упора і заготовки $\Delta = 0^{+1} \dots 0^{+2}$ мм;
- при оброблених поверхнях упора і заготовки $\Delta = 0^{+0,2} \dots 0^{+0,5}$ мм;
- при механічно обробленій поверхні упора і необробленій поверхні заготовки $\Delta = 0^{+0,5} \dots 0^{+1,0}$ мм.

У зв'язку з цим реальне подовження зварного з'єднання буде залежати від величини зазору між упором та заготовкою $\Delta L' = \Delta L - \Delta$. Прийmemo $\Delta = 0,5$ мм, тоді $\Delta L' = 0,079 - 0,05 = 0,029$ см.

Площа поздовжнього перерізу зварного з'єднання

$$F = B \cdot \delta = 50 \cdot 1,0 = 50 \text{ см}^2.$$

Величина розпирної сили, що діє на упор

$$P = \frac{\Delta L'}{L} E \cdot F = \frac{0,029 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 50}{80} = 38060 \text{ кгс.}$$

Приклад №2. Визначити величину стягуючої сили, яка виникає в складально-зварювальному пристрої в результаті зварювання замикаючих швів рами (Рис.8), складеної з кутників $7,0 \times 7,0$ см завтовшки $\delta = 0,8$ см, завдовжки 400 см та площею поперечного перерізу $F = 10,7 \text{ см}^2$ зі сталі ВСт3пс за наступними вихідними даними:

$E=2,1 \times 10^6$ кгс/см², $\sigma_T=2500$ кгс/см²; режим зварювання $I=200$ А, $U_d=27$ В, $V_{зв}=7$ м/год, $\eta=0,8$; теплофізичні властивості сталі $\alpha=12 \times 10^{-6}$ 1/°С, $C\gamma=5,2$ Дж/см³×°С.

Розв'язання

1. Теплова потужність зварювальної дуги

$$q = IU_d \eta = 200 \cdot 27 \cdot 0,8 = 4320 \text{ Дж/с.}$$

2. Погонна енергія зварювання при швидкості механізованого зварювання відносно коротких швів $V_{зв}=7$ м/год= $0,194$ см/с

$$\frac{q}{v_{зв}} = \frac{4320}{0,194} = 22270 \text{ Дж/см.}$$

3. Поперечна усадка замикаючих зварних швів (№1 або №2), при конструктивно-технологічному коефіцієнті $K=1,4$

$$\Delta_n = K \frac{\alpha q}{C\gamma v_{зв} \delta} = 1,4 \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 4320}{5,2 \cdot 0,194 \cdot 0,8} = 0,09 \text{ см.}$$

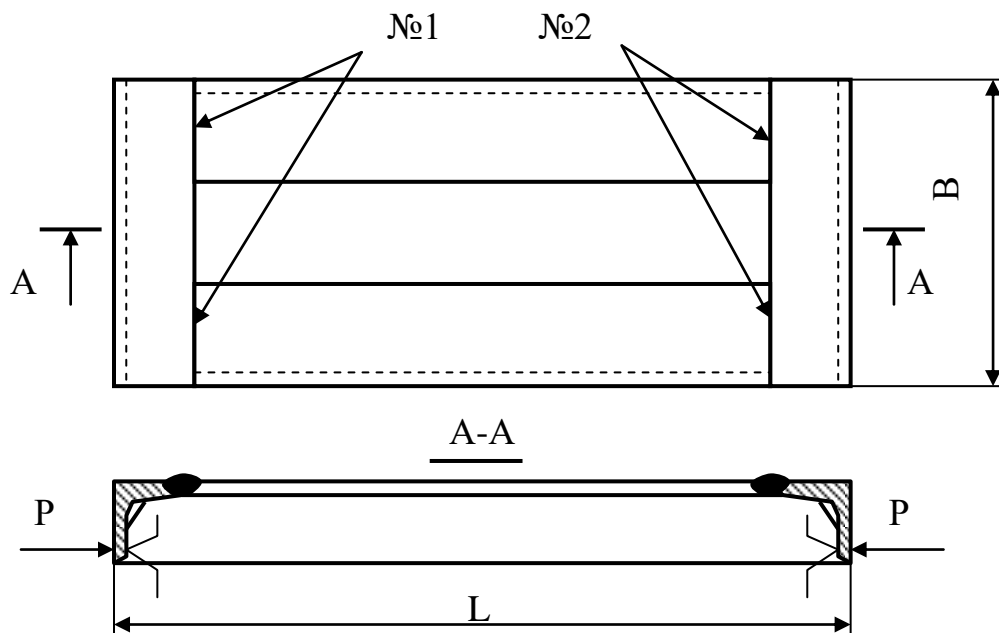


Рис.8. Розрахункова схема визначення стягуючих сил при зварюванні замикаючих швів

4. Реальне скорочення зварного виробу з урахуванням зазору між упором та заготовкою $\Delta=0,05$ см

$$\Delta'_n = \Delta_n - \Delta = 0,09 - 0,05 = 0,04 \text{ см.}$$

5. Величина стягуючої сили, якщо площа поперечного перерізу для заготовок з двох кутників складає $F=2F_k=2 \times 10,7=21,4$ см²

$$P = \frac{\Delta'_n}{L} EF = \frac{0,04}{400} 2,1 \cdot 10^{-6} \cdot 21,4 = 4494 \text{ кгс.}$$

3.2.4. Розрахунок сил при підгинанні та стягуванні заготовок

Приклад №1. Визначити силу притиску листа (Рис.9.) в складально-зварювальному стенді для усунення місцевого залишкового прогину кромки за наступними вихідними даними: матеріал – сталь ВСт3сп, $E=2,1 \times 10^5$ МПа, $L=100$ мм, $B=350$ мм, $\delta=10$ мм, $f=5$ мм.

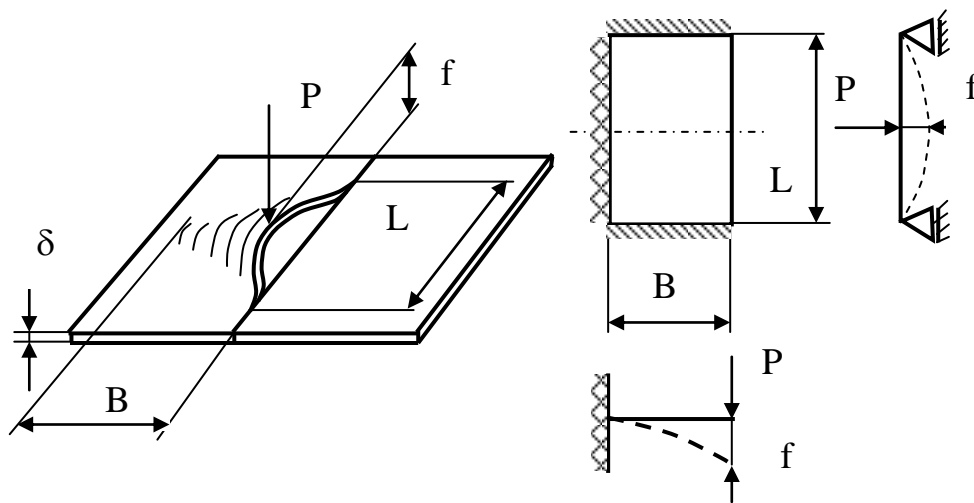


Рис.9. Розрахункова схема визначення сили притиску листа для усунення місцевого залишкового прогину кромки

Розв'язання

Величина зосередженої сили, яку необхідно прикласти до листа для усунення місцевого залишкового прогину розраховується за формулою

$$P = \frac{5,75 f E \delta^3}{B^2}.$$

Підставивши відповідні значення, одержимо величину зосередженої сили за допомогою якої усуваються місцеві деформації

$$P = \frac{5,75 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^3}{0,35^2} = 49290 \text{ Н.}$$

Приклад №2 Визначити силу притиску полиці до стінки двотаврової балки (Рис.10) зі сталі ВСт3сп для усунення залишкових деформацій хвилястості полиці за наступними вихідними даними: $B=250$ мм, $\delta=20$ мм, $L=150$ мм, $f=5$ мм, $E=2,1 \times 10^5$ МПа.

Розв'язання

Сила притиску полиці балки з метою усунення залишкового прогину

$$P = \frac{4fEB\delta^3}{L^3} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 250 \cdot 10^{-3} \cdot (20 \cdot 10^{-3})^3}{150 \cdot 10^{-3}} = 56000 \text{ Н.}$$

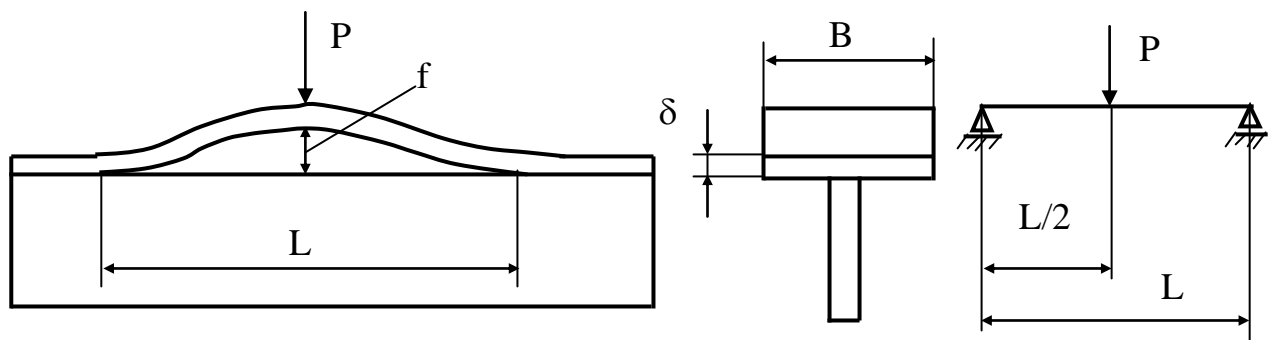


Рис.10. Розрахункова схема визначення сили притиску листа для усунення залишкового прогину

Приклад №3. Визначити силу для стягування кромek недовальцьованої циліндричної обичайки (Рис.11.) за наступними вихідними даними: матеріал-сталь ВСт3сп, модуль пружності $E=2,1 \times 10^5$ МПа, діаметр обичайки $D=1000$ мм, довжина обичайки $B=1500$ мм, товщина $\delta=10$ мм, $\varphi=10^\circ$.

Розв'язання

1. Коефіцієнт недовальцьовування обичайки $K=180^\circ/10^\circ=18$.
2. Силу стягування визначаємо за формулою

$$P = \frac{BE\delta^3}{6KD^2} = \frac{1,5 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,01^3}{6 \cdot 18 \cdot 1,0^2} = 2,917 \times 10^3 \text{ Н.}$$

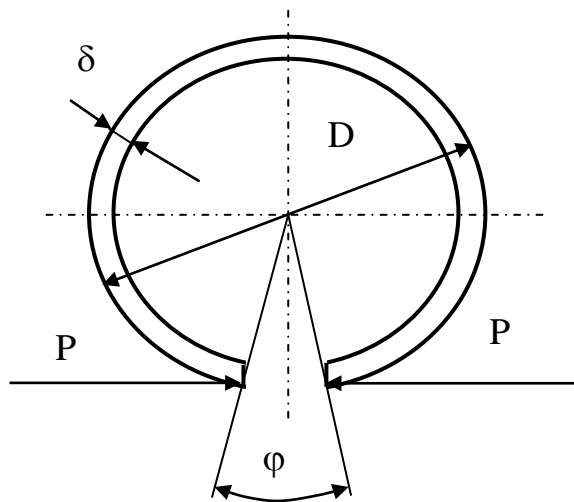


Рис. 11. Розрахункова схема визначення сили для стягування кромки обичайки

Приклад №4. Визначити силу для усунення зміщення кромки по діаметру циліндричної обичайки (Рис.12.) за наступними вихідними даними: матеріал-сталь ВСт3сп, модуль пружності $E=2,1 \times 10^5$ МПа, діаметр обичайки $D=1000$ мм, довжина обичайки $B=1500$ мм, товщина $\delta=10$ мм, зміщення кромки $\Delta=20$ мм.

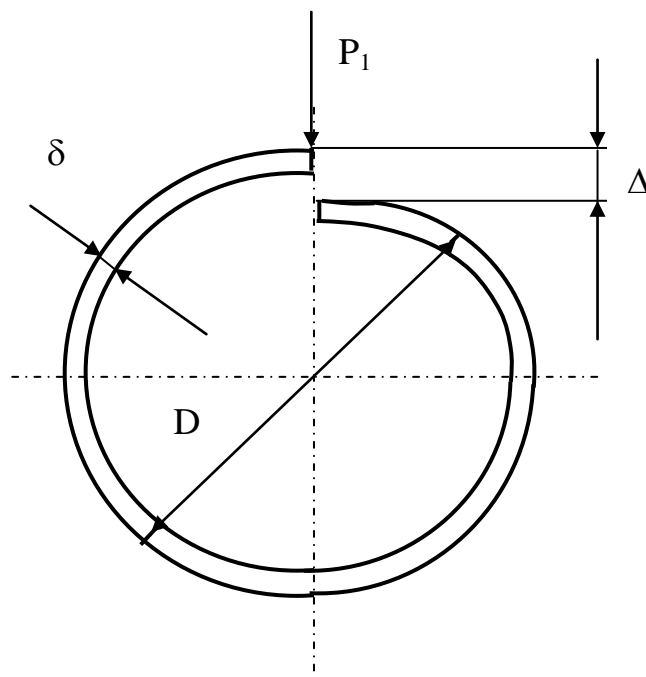


Рис.12. Розрахункова схема визначення величини сили для усунення зміщення кромки циліндричної обичайки

Розв'язання

Для усунення зміщення кромки обичайки необхідно прикласти силу, величину якої визначаємо за формулою

$$P_1 = \frac{\Delta B E \delta^3}{1,5 \pi D^3}.$$

Підставивши відповідні значення у зазначену формулу, одержимо величину сили для усунення зміщення кромки циліндричної обичайки при складанні в оснастці

$$P_1 = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^3}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 1,0^3} 1338 \text{ Н.}$$

Приклад №5. Визначити силу для вирівнювання торців циліндричної обичайки (Рис.13.) за наступними вихідними даними: матеріал-сталь ВСт3сп, модуль пружності $E=2,1 \times 10^5$ МПа, діаметр обичайки $D=1000$ мм, довжина обичайки $B=1500$ мм, товщина $\delta=10$ мм, зміщення торців $\Delta=150$ мм.

Розв'язання

Розрахунок сили для вирівнювання торців виконуємо за формулою

$$P_2 = \frac{B^2 \delta^3 G \Delta}{2,8 \cdot D^3 (B^2 + \delta^2)},$$

де $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ - модуль зсуву.

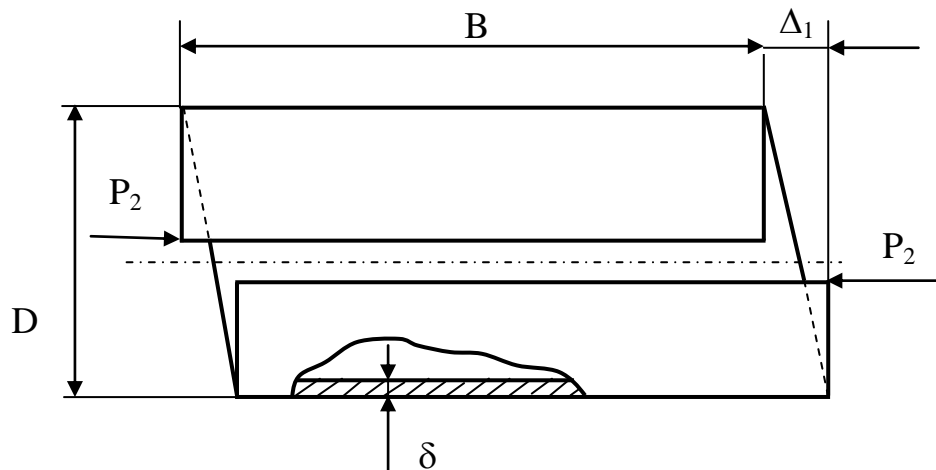


Рис.13. Розрахункова схема визначення величини сили для вирівнювання торців циліндричної обичайки

З урахуванням коефіцієнта Пуассона для сталі $\nu=0,3$ знаходимо G

$$G = \frac{2,1 \cdot 10^5}{2(1+0,3)} = 8,077 \times 10^4 \text{ МПа.}$$

Величина сили, яка необхідна для вирівнювання торців обичайки

$$P_2 = \frac{1,5 \cdot 0,01^3 \cdot 8,077 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 0,15}{2,8 \cdot 1,0^3 (1,5^2 + 0,15^2)} = 2856 \text{ Н.}$$

3.2.5. Розрахунок сил попереднього навантаження заготовок для зварювання оболонкових конструкцій

Приклад №1. Визначити зусилля розтискного кільця для попередження залишкової деформації «корсетності» при зварюванні кільцевого шва циліндричної обичайки зі сталі ВСТЗсп для якої $E=2,1 \times 10^6 \text{ кгс/см}^2$, $\sigma_T=2500 \text{ кгс/см}^2$, $C\gamma=5,2 \text{ Дж/см}^3$, $\nu=0,3$ за наступними геометричними характеристиками та режимами зварювання (Рис.14.): $R=250 \text{ мм}$, $\delta=3 \text{ мм}$, $I=350 \text{ А}$, $U_d=27 \text{ В}$, $\eta=0,8$, $V_{зв}=40 \text{ м/год} = 1,111 \text{ см/с}$.

Розв'язання

1. Теплова потужність дуги

$$q_e = IU\eta = 350 \cdot 27 \cdot 0,8 = 7560 \text{ Дж/с.}$$

2. Питома енергія нагрівання при зварюванні, якщо $\delta_0=2\delta=2 \times 0,3=0,6 \text{ см}$

$$q_0 = \frac{q_e}{V_{зв} \delta_0} = \frac{7560}{1,111 \cdot 0,6} = 11340 \text{ Дж/см}^2.$$

3. Розрахункову ширину заготовки приймаємо $h=30 \text{ см}$, оскільки ширина

заготовки обичайки вказаного діаметра $B>30 \text{ см}$.

4. Напівширина зони пластичних деформацій при $h=30 \text{ см}$

$$b_n = \frac{h}{1 + \frac{\sigma_T h C \gamma}{0,484 q_0 \alpha E}} = \frac{30}{1 + \frac{2500 \cdot 30 \cdot 5,2}{0,484 \cdot 11340 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^6}} = 7,853 \text{ см.}$$

3. Циліндрична жорсткість оболонки

$$D = \frac{E \delta^3}{12(1 - \nu^2)} = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,3^3}{12(1 - 0,3^2)} = 5,192 \times 10^3 \text{ кгсм.}$$

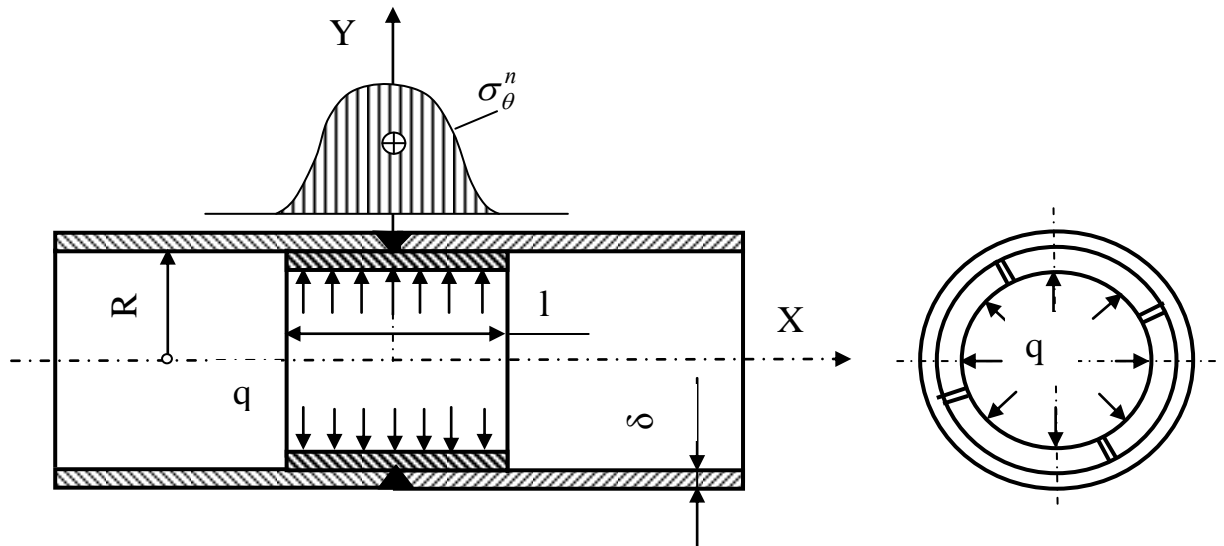


Рис.14. Схема навантаження зварюваних циліндричних оболонок розтискним кільцем

4. Коефіцієнт
$$\beta = \sqrt[4]{\frac{E\delta}{4R^2D}} = \sqrt[4]{\frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,3}{4 \cdot 25^2 \cdot 5,192 \cdot 10^3}} = 0,485.$$

5. Рівномірно розподілене навантаження кромки обичайки розтискним кільцем (погонне зусилля)

$$q = \frac{2\delta\beta b_n}{R} \times \frac{\sigma_T}{(2\beta b_n + e^{-\beta b_n} \cos \beta b_n - e^{-\beta b_n} \sin \beta b_n) - 1} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,485 \cdot 7,853}{25} \times \frac{2500}{(2 \cdot 0,485 \cdot 7,853 + 2,72^{-0,485 \cdot 7,853} \cos 0,485 \cdot 7,853 - 2,72^{-0,485 \cdot 7,853} \sin 0,485 \cdot 7,853) - 1} = 0,091 \times 201,58 = 18,344 \text{ кгс/см.}$$

6. Прийmemo ширину кільця $l = 2b_n = 2 \times 7,853 = 15,706 = 16 \text{ см.}$

7. Сила, яку необхідно прикласти до розтискного кільця, наприклад, завдяки клино-плунжерному механізму

$$P = q2\pi R = 18,344 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 25 = 2880 \text{ кгс.}$$

Приклад №2. Визначити зусилля попереднього розтягу зварюваних кромки циліндричної обичайки для попередження утворення залишкового прогину (Рис.15.) при зварюванні поздовжніх швів за наступними вихідними даними: матеріал-алюмінієвий сплав АМг6, радіус циліндричної оболонки $R=300 \text{ мм}$, довжина $L=2000 \text{ мм}$, товщина $\delta=3 \text{ мм}$, $\sigma_T=170 \text{ МПа}$, $\nu=0,33$.

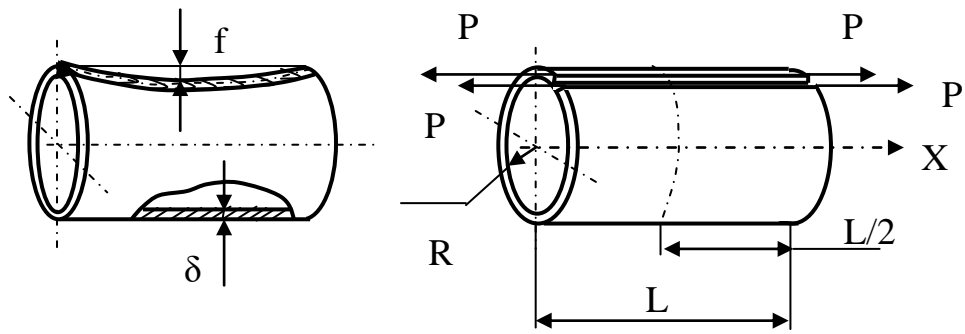


Рис.15. Розрахункова схема попереднього навантаження поздовжніх кромки обичайки

Розв'язування

1. Визначаємо згинально - крутильну характеристику незамкнутої циліндричної оболонки (як тонкостінного стрижня)

$$\alpha = \frac{\delta}{R^2} \sqrt{\frac{1}{2(1+\nu)(\pi^2 - 6)}} = \frac{0,003}{0,3^2} \sqrt{\frac{1}{2(1+0,33)(3,14^2 - 6)}} = 0,01.$$

2. Гіперболічний косинус

$$ch \frac{\alpha L}{2} = \frac{(e^{\frac{\alpha L}{2}} + e^{-\frac{\alpha L}{2}})L}{2} = \frac{\left(e^{\frac{0,01 \cdot 2}{2}} + e^{-\frac{0,01 \cdot 2}{2}}\right) \cdot 2}{2} = 2,02.$$

3. Силу поздовжнього розтягу зварюваних кромки обичайки визначаємо з умови, що напруження в розтягнутих кромках не перевищують $\sigma_x = 0,8\sigma_T = 0,8 \times 170 = 136$ МПа

$$P = \frac{2\sigma_x \pi R \delta}{3 \left(1 + \frac{\pi^2}{(\pi^2 - 6)}\right) ch \frac{\alpha L}{2}} = \frac{2 \cdot 136 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 0,003}{3 \cdot \left(1 + \frac{3,14^2}{(3,14^2 - 6) ch \frac{0,01 \cdot 2,0}{2}}\right)} = 1,131 \times 10^5 \text{ Н.}$$

Приклад №3. Визначити зусилля попереднього навантаження зони отвору пологої сферичної оболонки (Рис.16) для попередження залишкової деформації просідання фланця при зварюванні кругового шва за наступними вихідними даними: матеріал оболонки-алюмінієвий сплав - АМг6, межа текучості $\sigma_T = 170$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,33$, модуль пружності $E = 7 \times 10^4$ МПа, товщина оболонки $\delta = 10$ мм, радіус отвору під фланець $b_1 = 125$ мм, радіус опорного контура $b_2 = 250$

мм, радіус зовнішнього контура оболонки $a=500$ мм, поточний радіус $r=125$ мм.

Розв'язування

Інтенсивність навантаження кромки отвору оболонки розраховуємо за формулою

$$q = \frac{2\sigma_r \delta^2 (1 - \beta^2)}{3a\alpha\beta^2} \cdot \left\{ 2(1 + \nu) \left[\frac{1}{\beta^2} \ln \frac{\rho}{\beta} + \ln \frac{\rho}{\beta} + \frac{1}{\rho^2} \ln \frac{\alpha}{\beta} \right] + \right. \\ \left. + (1 - \nu) \left[2 \left(\frac{1}{\beta^2} - 1 \right) - (1 - \alpha^2) \left(\frac{1}{\beta^2} + \frac{1}{\rho^2} \right) \right] \right\}^{-1}.$$

Попередньо визначаємо наступні величини:

$$\beta = \frac{b_1}{a} = \frac{12,5}{50} = 0,25; \quad \alpha = \frac{b_2}{a} = \frac{25}{50} = 0,5; \quad \rho = \frac{r}{a} = \frac{12,5}{50} = 0,25;$$

$$\ln \frac{\rho}{\beta} = \ln \frac{0,25}{0,25} = 0; \quad \ln \frac{\alpha}{\beta} = \ln \frac{0,5}{0,25} = 0,693; \quad \ln \frac{\alpha}{\rho} = \ln \frac{0,5}{0,25} = 0,693.$$

$$q = \frac{2 \cdot 1700 \cdot 1,0^2 (1 - 0,25^2)}{3 \cdot 50 \cdot 0,5 \cdot 0,25^2} \left\{ 2(1 + 0,33) \left[\frac{1}{0,25^2} \ln \frac{0,5}{0,25} + \ln \frac{0,25}{0,25} + \frac{1}{0,25^2} \ln \frac{0,5}{0,25} \right] + \right. \\ \left. + (1 - 0,33) \left[2 \left(\frac{1}{0,25^2} - 1 \right) - (1 - 0,5^2) \left(\frac{1}{0,25^2} + \frac{1}{0,25^2} \right) \right] \right\}^{-1} = 16,321 \text{ кгс/см.}$$

Необхідне зусилля на штоці гідравлічного циліндра

$$P = q 2\pi R = 16,321 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 12,5 = 1,281 \times 10^3 \text{ кгс.}$$

Визначаємо переміщення кромки отвору при окружних напруженнях $\sigma_t = 1700$ кгс/см².

Циліндрична жорсткість пластини

$$D = \frac{E \delta^3}{12(1 - \nu^2)} = \frac{7 \cdot 10^5 \cdot 1,0^3}{12(1 - 0,33^2)} = 6,546 \times 10^4 \text{ кгсм.}$$

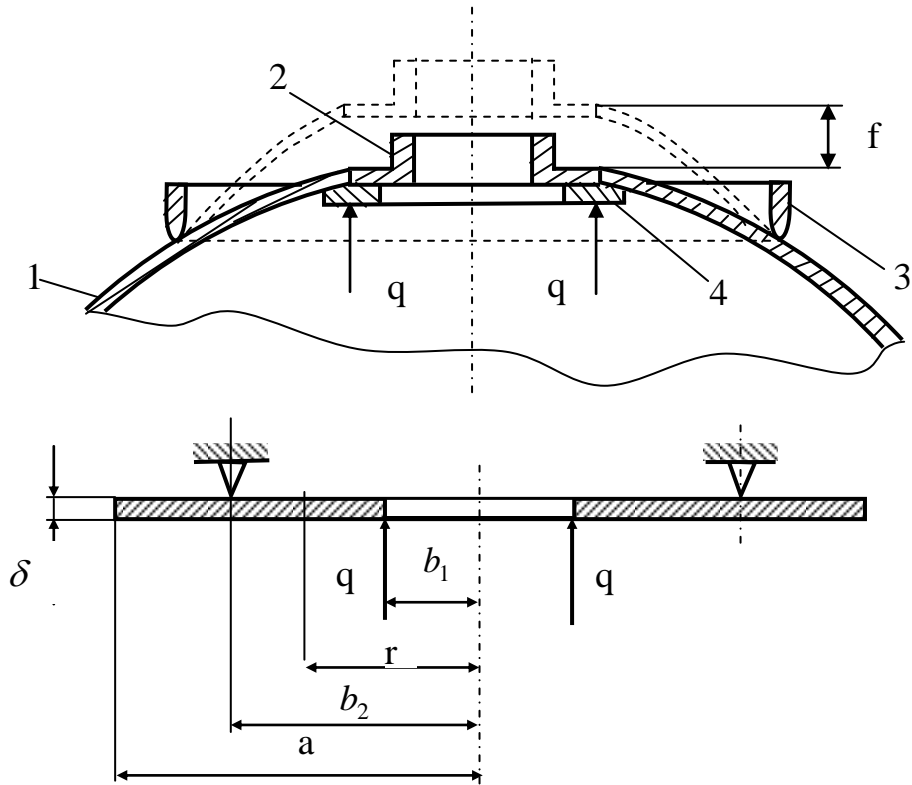


Рис.16. Розрахункова схема попереднього навантаження

$$f = \frac{qa^3\alpha\beta^2}{4D(1-\beta^2)} \left\{ (\rho^2 + \alpha^2 - 1) \ln \frac{\rho}{\beta} + \frac{\rho^2}{\beta^2} \ln \frac{\alpha}{\rho} + \left[\frac{2(1+\nu)}{1-\nu} \ln \frac{\rho}{\beta} - 1 \right] \times \right.$$

$$\left. \times \ln \frac{\alpha}{\beta} + \left(\frac{\rho^2}{\beta^2} - 1 \right) \left[\frac{1-\nu}{2(1+\nu)} \alpha^2 - \frac{3+\nu}{2((1+\nu))} \beta^2 + 1 \right] \right\} ;$$

$$f = \frac{16,321 \cdot 50^3 \cdot 0,5 \cdot 0,25^2}{4 \cdot 6,546 \cdot 10^4 \cdot (1 - 0,25^2)} \left\{ (0,25^2 + 0,5^2 - 1) \ln \frac{0,25}{0,25} + \frac{0,25^2}{0,25^2} \ln \frac{0,5}{0,25} + \right.$$

$$\left. + \left[\frac{2(1+0,33)}{1-0,33} \ln \frac{0,25}{0,25} - 1 \right] \times \ln \frac{0,5}{0,25} + \left(\frac{0,25^2}{0,25^2} - 1 \right) \times \right.$$

$$\left. \times \left[\frac{1-0,33}{2(1+0,33)} 0,5^2 - \frac{3+0,33}{2(1+0,33)} 0,25^2 + 1 \right] \right\} = -0,649 \text{ см.}$$

3.3. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ОСНАСТКИ

У загальному випадку конструкція складально-зварювального пристрою включає несучі елементи (корпус, каркас, рама, опорна балка, плита та ін.), установочні елементи (опори, упори, установочні пальці, оправки, призми, знімні шаблони), притискачі, поворотні механізми та допоміжні деталі і вузли.

Несучі елементи являють собою опорні конструкції оснастки, які призначені для сприйняття ваги виробу та сил, які виникають в процесі складання та зварювання. Опорні конструкції оснастки повинні мати достатню міцність та жорсткість, а також повинні бути компактними, незначної ваги та технологічними. Вибір конструкції несучого елемента пристрою залежить від геометричної форми та ваги виробу, його габаритів та показників граничних відхилень розмірів. Для виготовлення несучих конструкцій оснастки доцільно використовувати сортовий профільний прокат та сталеві листи завтовшки 8...10 мм.

Методика розрахунку складально-зварювальних пристроїв на міцність та жорсткість базується на загальних принципах опору матеріалів. Метою розрахунку несучих елементів на жорсткість є вибір таких перерізів і розмірів елементів при котрих їх максимальні деформації від прикладених навантажень не перевищували б значень, які визначені технічними умовами на виріб [5,6,13].

Установочні елементи (фіксатори)- це опорні елементи, що утворюють базові поверхні пристрою та забезпечують фіксування необхідного положення заготовки в пристрої при складанні вузла у відповідності з правилом шести опорних точок. Вибір конструкції установочних елементів виконується з урахуванням забезпечення необхідної точності, зручності установлення заготовок, вільного доступу до місць прихваток та зварювання, вивільнення звареного виробу та достатньої міцності і жорсткості. Розрахунок установочних елементів оснастки полягає у визначенні необхідних перерізів та розмірів залежності від схеми навантаження [5,6].

Притискачі призначені для надійного закріплення установлених в пристроях заготовок. Вибір конструкції притискачів здійснюється з урахуванням наступних вимог [5,6,15,]:

- забезпечення необхідного напрямку дії сили притиску заготовок, що виключало б зсуви та перекидання заготовок відносно установочних баз;
- забезпечення розрахункової сили притиску заготовок протягом процесу складання та зварювання;
- швидкодія притискових механізмів;
- вільний доступ до місць постановки прихваток та зварки швів;
- зручний доступ до притискачів для приведення їх в дію;

- зручність та безпека в експлуатації;
- можливість вивільнення звареного виробу з пристрою;

В складально-зварювальних пристроях застосовуються наступні типи притискачів: немеханізовані-гвинтові, клинові, ексцентриккові, байонетні, пружинні, важільні та комбіновані; механізовані-пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні, електромагнітні та комбіновані.

Розрахунок притискачів виконують в залежності від необхідної сили притиску заготовок. У зв'язку з цим розраховують конструктивну спроможність притискача розвивати певну силу притиску. При необхідності розраховують усі конструктивні параметри вибраного типу притискача [5,6,15].

3.3.1. Розрахунок притискачів

Приклад № 1. Визначити діаметр притискного гвинта (Рис.17) та момент його затяжки для закріплення заготовки з силою $Q=10$ кН. Встановити доцільну форму головки гвинта для затяжки за допомогою рукоятки. Притискний кінець гвинта виконано в двох варіантах: з сферичною заточкою та з плоским торцем. Визначити довжину l та діаметр d_0 рукоятки. Визначити розміри поперечного перерізу корпусу притискача $h \times \delta$, кількість витків різьби та висоту гайки. Матеріал гвинта сталь 45, $\sigma_T=80$ МПа; матеріал корпусу гвинта Ст.3, $[\sigma]=160$ МПа.

Розв'язання

1. Визначаємо внутрішній діаметр гвинта з урахуванням коефіцієнта $\gamma=1.5$, що враховує скручуючий момент

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \gamma \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.5 \cdot Q}{3.14 \cdot [\sigma]}} \approx 1.4 \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{[\sigma]}};$$

$$d_{\text{вн}} = 1.4 \sqrt{\frac{10000}{80 \cdot 10^6}} = 1.4 \sqrt{1.25 \cdot 10^{-4}} = 0.015652 \text{ м}; d_{\text{вн}} = 15.652 \text{ мм};$$

Вибираємо зі стандарту ГОСТ 9150-59 (Табл.2) гвинт М20×2,5 внутрішній діаметр якого дещо більший від розрахункового і становить $d_{\text{вн}}=17,294$ мм, а зовнішній відповідно $d_3=20$ мм.

2. Момент затяжки гвинта з сферичною заточкою

$$M_c = Q[r_{\text{сп}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{нр}}) + M_{\text{ТР.С}}],$$

де $r_{cp} = 0,45d_3$ - середній радіус різьби;

$\alpha = 2^\circ 30'$ - кут підйому різьби;

$\varphi_{пр} = 6^\circ 40'$ - приведений кут тертя для метричної різьби;

$M_{ТР.С} = 0$ – момент сил тертя для гвинта з сферичною заточкою;

$$M_c = 10 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \cdot 0,020 \cdot tq(2^\circ 30' + 6^\circ 40') = 14,526 \text{ Нм.}$$

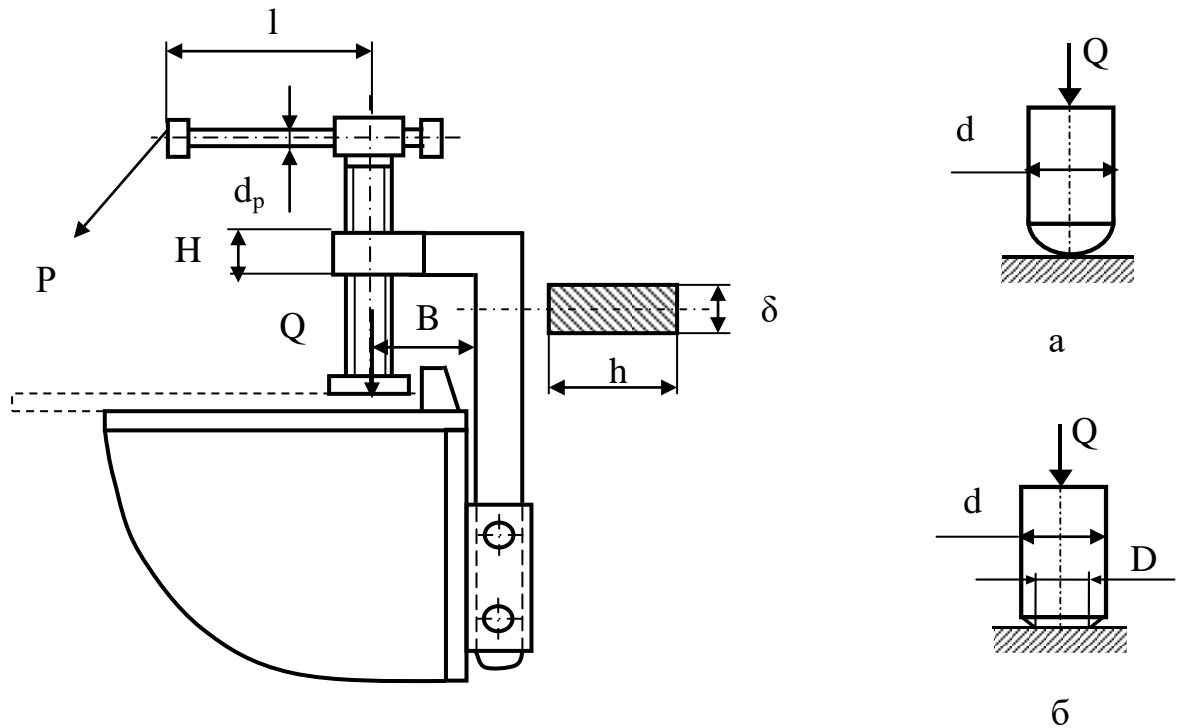


Рис. 17. Розрахункова схема гвинтового притискача:
а-сферична заточка; б-плоский торець.

3. Момент затяжки гвинта з плоским торцем

$$M_{пт} = Q[r_{cp} tg(\alpha + \varphi_{пр}) + M_{пт}] = Q\left[r_{cp} tg(\alpha + \varphi_{пр}) + \frac{1}{3} \mu D\right],$$

де $\mu = 0,1$ – коефіцієнт тертя ковзання;

$D = 0,8d$;

$$\begin{aligned} M_{пт} &= 10 \cdot 10^3 \cdot \left(0,45 \cdot 0,020 \cdot 0,1614 + \frac{1}{3} 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,020 \right) = \\ &= 10 \cdot 10^3 (14,5626 \cdot 10^{-4} + 5,333 \cdot 10^{-4}) = 19,859 \text{ Нм} \end{aligned}$$

4. Визначаємо довжину рукоятки, якщо зусилля робітника на рукоятці $P = 100$ н

$$l = \frac{M_c}{P} = \frac{14,526}{100} = 0,145 \text{ м}$$

приймаємо $l=150$ мм; а у випадку плоского торця

$$l = \frac{M_c}{P} = \frac{19,859}{100} = 0,199 \text{ м},$$

приймаємо $l=200$ мм.

5. Діаметр рукоятки гвинта визначаємо з умови міцності

$$\sigma = \frac{Pl}{W} = \frac{Pl}{0,1d^3} \leq [\sigma], \quad \text{звідки} \quad d_p = \sqrt[3]{\frac{Pl}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 0,15}{0,1 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,012 \text{ м}.$$

Приймаємо діаметр рукоятки $d_p=12$ мм.

Таблиця 2. Основні розміри метричної різьби з крупним кроком, мм (ГОСТ 9150-59)

Діаметр різьби, мм			Крок різьби, мм S	Висота профіля, мм h
Зовнішній d_3	Середній d_{cp}	Внутрішній d_{BH}		
8	7,188	6,647	1,25	0,676
9	8,188	7,647	1,25	0,676
10	9,026	8,376	1,5	0,812
11	10,026	9,376	1,75	0,812
12	10,863	10,106	1,75	0,947
14	12,701	11,835	2	1,082
16	14,701	13,835	2	1,082
18	16,376	15,294	2,5	1,353
20	18,376	17,294	2,5	1,353
22	20,376	19,294	2,5	1,353
24	22,051	20,752	3	1,624
27	27,051	23,752	3	1,624
30	27,727	26,211	3,5	1,894
33	30,727	29,211	3,5	1,894
36	33,402	31,670	4	2,165
39	36,402	34,670	4	2,165
42	39,077	37,129	4,5	2,435

6. Визначаємо кількість витків різьби в гайці

$$n = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} (d_z^2 - d_{BH}^2) p_0},$$

де $p_0=9...13$ МПа, питомий тиск в різьбі для сталевих гайки та сталевих гвинта.

$$n = \frac{10000}{\frac{3,14}{4}(0,020^2 - 0,017294^2)10 \cdot 10^6} = \frac{10000}{0,785(4 \cdot 10^{-4} - 2,99 \cdot 10^{-4})10 \cdot 10^6} = 12,63$$

Приймаємо $n=13$ витків.

7. Висота гайки при кількості заходів різьби $m=1$

$$H = \frac{nS}{m}; \quad S = 2\pi r_{cp} \operatorname{tg} \alpha.$$

Для гвинта М 20×2,5 з кроком різьби $S=2,5$ мм висота гайки складає

$$H = \frac{13 \cdot 2,5}{1} = 32,5 \text{ мм.}$$

8. Визначаємо розміри поперечного перерізу корпусу притискача $b \times \delta$;

задаємось товщиною $\delta=10$ мм та визначаємо ширину b .

Згинальний момент сили Q на плечі b $M_z = Qb$.

З рівняння міцності, яке складається з напружень від згинального моменту M_z та від сили розтягу Q знайдемо ширину корпусу

$$\sigma = \frac{QB}{W} + \frac{Q}{b\delta} \leq [\sigma], \quad \sigma \leq 1,05[\sigma].$$

Поперечний переріз корпусу краще визначати з напружень від згинального моменту з наступною перевіркою на міцність з урахуванням напружень від розтягу

$$\sigma = \frac{6QB}{b^2\delta} \leq [\sigma], \quad \text{звідки } b = \sqrt{\frac{6QB}{\delta[\sigma]}};$$

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot 10000 \cdot 0,1}{0,01 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,061 \text{ м.}$$

Приймаємо $b=60$ мм.

Перевіримо корпус гвинтового притискача на міцність

$$\sigma = \frac{6 \cdot 10000 \cdot 0,1}{0,06^2 \cdot 0,01} + \frac{10000}{0,06 \cdot 0,01} = 333 \text{ МПа.}$$

Таким чином $\sigma > [\sigma]$. Необхідно змінити розміри поперечного перерізу. Прийmemo $b = 70 \text{ мм}$ при $\delta = 10 \text{ мм}$.

$$\sigma = \frac{6 \cdot 10000 \cdot 0,1}{0,07^2 \cdot 0,01} + \frac{10000}{0,07 \cdot 0,01} = 1,224 \cdot 10^8 + 1,429 \cdot 10^7 =$$

$$= 122,4 + 14,29 = 136,69 \text{ МПа}$$

Приклад № 2. Визначити силу притиску заготовок клиновим притискачем (Рис.18), який приводиться в дію пневматичним циліндром, якщо кут скошу клина $\alpha = 11^\circ$, кути тертя $\text{tg}\varphi_1 = \text{tg}\varphi_2 = f$, коефіцієнт тертя ковзання $f = 0,15$, сила на штоці пневмоциліндра $Q = 2000 \text{ Н}$.

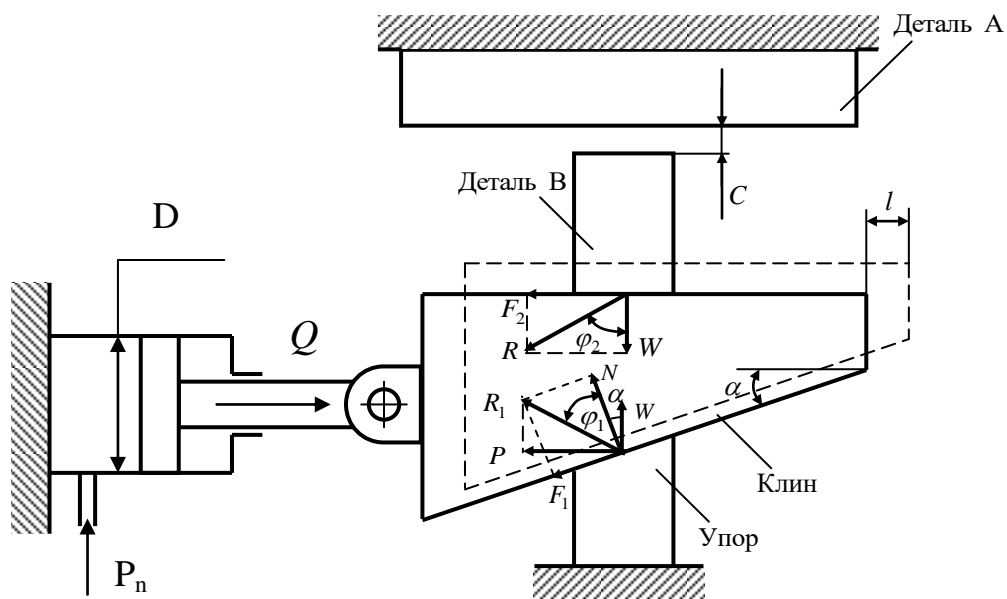


Рис. 18. Розрахункова схема клинового притискача

Розв'язання

Силу притиску заготовок визначаємо з рівняння рівноваги клина

$$Q = W[\text{tg}(\alpha + \varphi_1) + \text{tg}\varphi_2] \quad \text{звідки} \quad W = \frac{Q}{\text{tg}(\alpha + \varphi_1) + \text{tg}\varphi_2}.$$

$$\text{tg}11^\circ = 0,1944; \quad \text{tg}8^\circ 30' = 0,1495. \quad \text{tg}(11^\circ + 8^\circ 30') = 0,3541.$$

$$W = \frac{2000}{\text{tg}(11^\circ + 8^\circ 30') + \text{tg}8^\circ 30'} = \frac{2000}{0,5036} = 3,971 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Приклад № 3. Визначити діаметр D пневматичного циліндра для приведення в дію клинового притискача (Рис.18), якщо кут скосу клина $\alpha=15^\circ$, кути тертя ковзання $\operatorname{tg}\varphi_1=\operatorname{tg}\varphi_2=f$, коефіцієнт тертя ковзання $f=0,15$, сила притиску заготовок $W=6000$ н, тиск повітря в заводській мережі $p_n=0,5$ МПа, К.К.Д. пневмоциліндра $\eta=0,9$.

Розв'язання

Сила, яка здатна перемістити клин, визначається за формулою

$$Q = W[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2].$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}15^\circ = 0,2773; \operatorname{tg}\varphi_1 = \operatorname{tg}\varphi_2 = \operatorname{tg}8^\circ30' = 0,1495$$

$$Q = 6000[\operatorname{tg}(15^\circ + 8^\circ30') + \operatorname{tg}8^\circ30'] = 6000 \cdot 0,585 = 3,51 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Таким чином, якщо сила Q буде прикладена до штока пневмоциліндра, то можна визначити його діаметр за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p_n \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,51 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9}} = 0,1 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр пневмоциліндра $D=100$ мм.

Приклад №4. Визначити силу притиску заготовки ексцентрикним притискачем (Рис.19), якщо сила на рукоятці $P=150$ н, діаметр ексцентрика $D=100$ мм, довжина рукоятки $l=200$ мм, кут тертя в цапфі $\operatorname{tg}\varphi=f=0,1$, кут тертя між ексцентриком та заготовкою $\operatorname{tg}\varphi_1=f=0,1$; відстань від точки прикладання сили закріплення заготовки W до цапфи $\rho=60$ мм.

Розв'язання

1. Визначимо ексцентриситет ексцентрика з умови самогальмування

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2e}{D} = 0,15 \quad \text{або} \quad \frac{2e}{D} = 0,15.$$

$$2e = Df, \quad e = \frac{Df}{2} = \frac{100 \cdot 0,15}{2} = 7,5 \text{ мм.}$$

2. Кут підйому криволінійного клина (Рис. 19)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{2e}{\pi D}}{\frac{2 \cdot 7,5}{3,14 \cdot 100}} = \frac{15}{157} = 0,096, \quad \alpha = 5^{\circ}30'.$$

2. Сила закріплення заготовки визначається за формулою

$$W = \frac{Pl}{\rho [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1]}, \quad \text{звідки}$$

$$W = \frac{150 \cdot 0,2}{0,06 [\operatorname{tg}(5^{\circ}30' + 5^{\circ}50') + \operatorname{tg} 5^{\circ}50']} = \frac{150 \cdot 0,2}{0,06 \cdot [0,2 + 0,1]} = 1,667 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Зауваження. При розрахунках ексцентрикових притискачів приймаються наступні припущення: $\alpha_{\text{ср}} = 4^{\circ}$; $\rho_{\text{ср}} = D/2$; $l = 2D$.

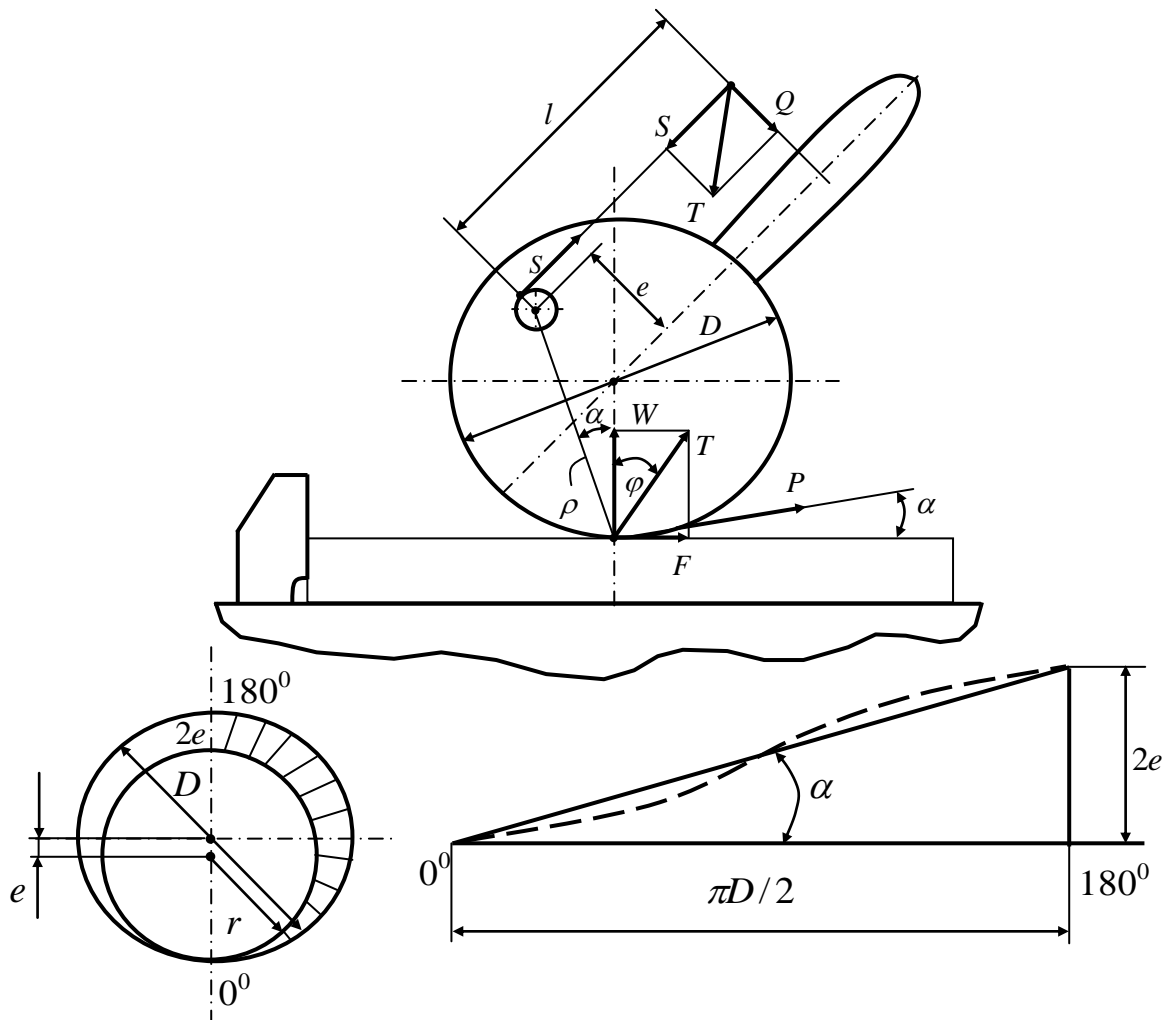


Рис. 19. Розрахункова схема ексцентрикового притискача

Приклад № 5. Визначити силу притиску заготовки пневмогідрравлічним притискачем (Рис.20.) по наступним вихідним даним: діаметр пневмоциліндра $D_1 = 100$ мм; діаметр плунжера $d = 20$ мм; діаметр гідроциліндра $D = 50$ мм; тиск стиснутого повітря в

заводській мережі $p_n=0,5$ МПа; к.к.д. пневмоциліндра $\eta_n=0,9$; к.к.д. гідроциліндра $\eta_r=0,8$.

Розв'язання

Умова рівноваги силового приводу має вигляд

$$p_m \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) = p_n \left(\frac{\pi D_1^2}{4} \right) \text{ звідки тиск рідини } p_m = p_n \frac{D_1^2}{d^2}.$$

Сила на штоці пневмогідравлічного притискача

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p_m \eta \quad \text{або} \quad Q = p_m \left(\frac{D_1^2}{d^2} \right) \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \eta_n \eta_c;$$

$$Q = 0,5 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{0,1^2}{0,02^2} \right) \left(\frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \right) \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,766 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

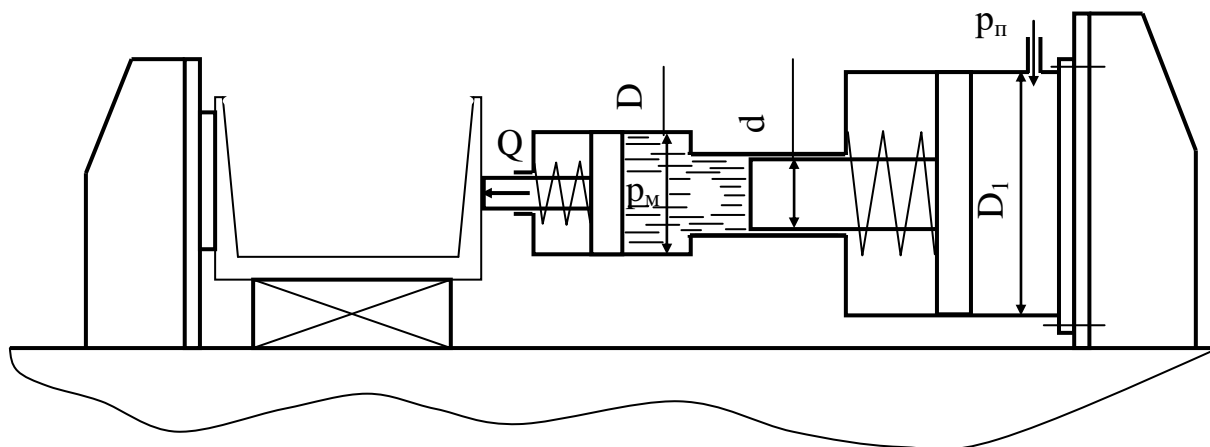


Рис. 20. Розрахункова схема гідропневматичного притискача

Приклад № 6. Визначити силу притиску заготовки за допомогою вакуумної камери (Рис.21) за наступними вихідними даними: діаметр камери, обмеженої гумовим ущільнювачем $D=100$ мм; залишковий тиск в камері $P_0=0,01$ МПа; коефіцієнт герметичності вакуумної камери $K=0,8$.

Розв'язання

Сила притиску заготовки розраховується за формулою

$$Q = KP_H F,$$

де $P_H = P_A - P_0$ – надлишковий тиск, МПа;
 $P_A = 0,01$ МПа –атмосферний тиск;

$$F = \frac{\pi D^2}{4} - \text{площа вакуумної камери м}^2;$$

Підставляємо відповідні дані у формулу та визначаємо силу притиску

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2; \quad P_H = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ МПа};$$

$$Q = 0,8 \cdot 0,09 \cdot 10^6 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} = 565,2 \text{ Н.}$$

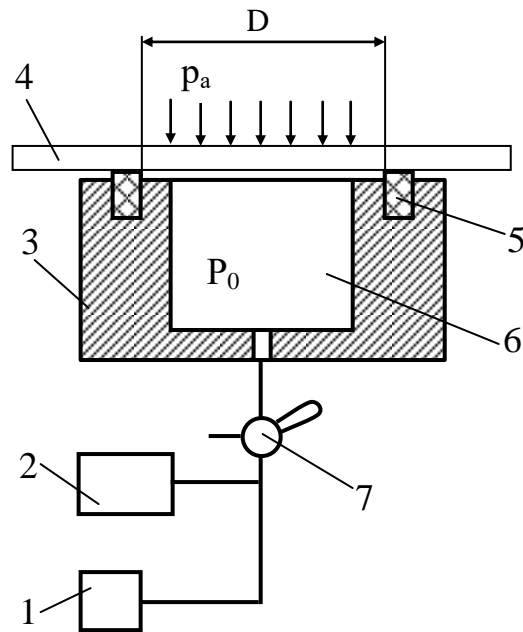


Рис. 21. Схема вакуумного притискача:

1-вакуумний насос; 2-ресивер; 3-корпус вакуумного притискача;
 4-заготовка; 5-гумовий ущільнювач; 6-порожнина;
 7-розподільчий кран.

Приклад №7. Визначити силу притиску заготовки W ручним важільно-шарнірним притискачем (Рис.22) за наступними вихідними даними: довжина рукоятки $L=200$ мм, $L_2=100$ мм, $L_1=100$ мм, $l=75$ мм, $l_1=100$ мм, $Q=150$ н, $\alpha=5^\circ$, $\beta=1^\circ 30'$.

Розв'язання

Сила, що передається на важіль через планку, якщо кут тертя в шарнірах $\beta=1^{\circ}30'$, а кут між важелем та планкою $\alpha=5^{\circ}$

$$P = Q \frac{L}{l_1 \operatorname{tg}(\alpha + \beta)} = 150 \cdot \frac{0,2}{0,1 \cdot \operatorname{tg}(5^{\circ} + 1^{\circ}30')} = 2,521 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Сила притиску заготовки

$$W = P \frac{L}{L + L_{21}} \eta = 2,521 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,2}{0,1 + 0,1} \cdot 0,8 = 2,017 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

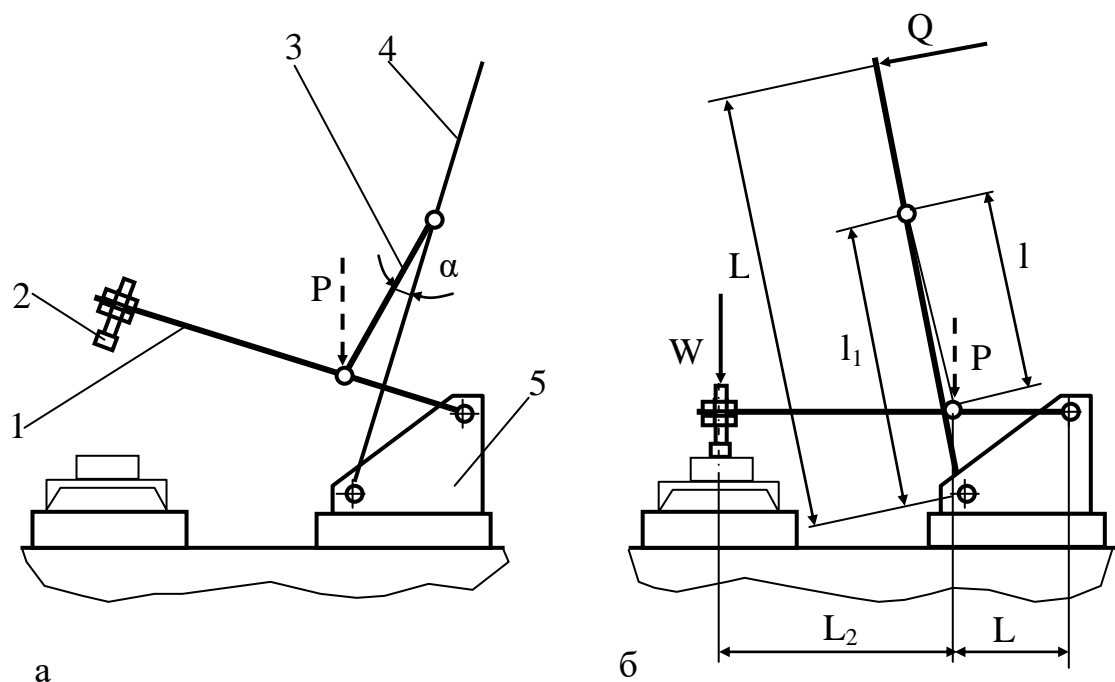


Рис. 22. Схема ручного важільно-шарнірного притискача: а- неробоче положення; б- робоче положення.

Приклад № 8. Визначити силу притиску заготовки комбінованим притискачем (Рис.23) за наступними вихідними даними: сила, що створюється гвинтовим притискачем для переміщення клина $Q=6000$ н; кут скосу клина $\alpha=10^{\circ}$; діаметр ролика $D=10$ мм; діаметр осі ролика $d=5$ мм; коефіцієнт тертя ковзання на скошеній та горизонтальній поверхнях клина $\operatorname{tg}\varphi_1=\operatorname{tg}\varphi_2=f_1=f_2=0,1$; $\varphi_1=\varphi_2=5^{\circ}43'$. Розміри плечей двоплечого важеля: $L_1=100$ мм, $L_2=50$ мм.

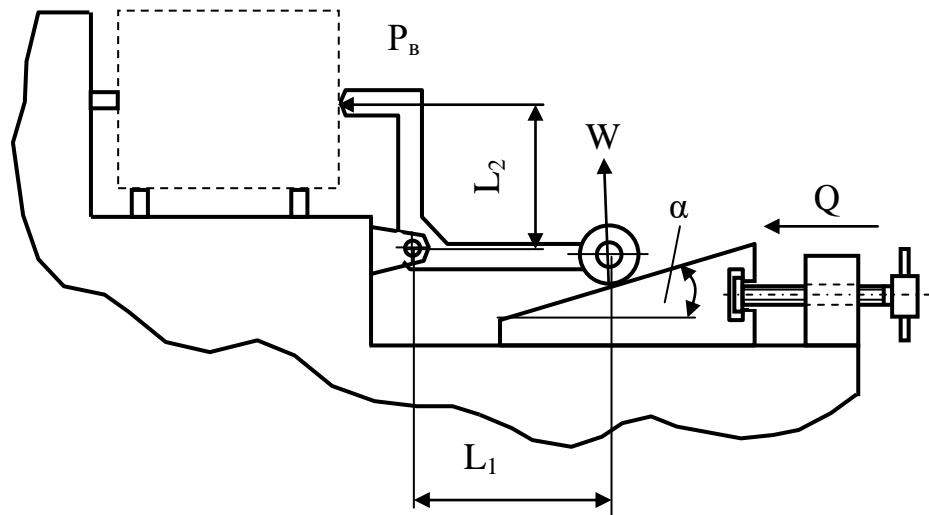


Рис. 23. Розрахункова схема комбінованого важеля

Розв'язання

1. Визначаємо силу W , що створюється клиновим механізмом з односкосим клином і одним роликem на двоплечому важелі

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) + \operatorname{tg} \varphi_2},$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{1np} = \operatorname{tg} \varphi_1 (d/D)$ - приведений кут тертя кочення;
 $\operatorname{tg} \varphi_{1np} = 0,1 (5/10) = 0,05$.

2. Зрівняння моментів сил на двоплечому важелі знаходимо силу притиску P_B

$$P_B \cdot L_2 = W \cdot L_1; \quad P_B = \frac{W \cdot L_1}{L_2} = \frac{Q \cdot L_1}{L_2 [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) + \operatorname{tg} \varphi_2]}.$$

$$P_B = \frac{6000 \cdot 0,1}{0,05 \cdot [\operatorname{tg}(10^\circ + 0^\circ 15') + \operatorname{tg} 5^\circ 43']} = \frac{600}{0,05 \cdot 0,2808} = 4,27 \times 10^4 \text{ Н}.$$

3.3.2. Розрахунок важільних та клавішних притискачів складально-зварювальних стендів та кондукторів

Приклад № 1. Виконати розрахунок сил притиску листів у складально-зварювальному стенді (Рис.24), вихідну силу та розміри силового приводу при односторонньому стиковому зварюванні під флюсом полотнищ з листів завдовжки 6м зі сталі Ст.3 по наступним вихідним даним: $E = 2,1 \times 10^5$ МПа, $\sigma_T = 250$ МПа, $\delta = 14$ мм.

Довжину важелів l_1 та l_2 призначити з конструктивних міркувань, а необхідний поперечний переріз розрахувати.

Визначити необхідний діаметр осі важеля.

Розв'язання

1. Визначаємо відстань l_1 від осі зварного шва до лінії дії сили притиску P_1

$$l_1 = (5 \dots 10) \delta = 9 \times 14 = 126 \text{ мм.}$$

2. Конструктивно приймаємо розміри плечей важеля наступними:

$$l_2 = 120 \text{ мм, } l_3 = 200 \text{ мм.}$$

3. Використовуючи методику І.П.Трочуна визначаємо залишкову кутову деформацію при односторонньому стиковому зварюванні за формулою

$$\beta = 0,0144 \text{tg} \varphi / 2,$$

де φ - кут розробки кромки або кут форми проплавлення при односторонньому зварюванні.

Прийнявши кут форми проплавлення $\varphi = 70^\circ$, визначаємо залишкову кутову деформацію

$$\beta = 0,0144 \times \text{tg} 70^\circ / 2 = 0,0144 \times 0,7002 = 0,01 \text{ рад.}$$

При симетричному розташуванні притискачів відносно осі зварного шва сили притиску будуть чинити опір утворенню кутових деформацій

$$\alpha = \beta / 2 = 0,01 / 2 = 5 \times 10^{-3} \text{ рад.}$$

4. Визначаємо критичну кутову деформацію

$$\alpha_{кр} = \frac{2 \sigma_T l_1}{3 E \delta} = \frac{2 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,126}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 14 \cdot 10^{-3}} = 7,143 \cdot 10^{-3} \text{ або } \alpha_{кр} = 0,007143 \text{ рад.}$$

5. Визначаємо погонну силу притиску листів при зварюванні.

Якщо $\alpha > \alpha_{кр}$, то силу притиску визначають за формулою

$$P_{дон} = \frac{\sigma_{дон} \delta^2}{6 l_1},$$

а якщо $\alpha < \alpha_{кр}$, то погонну силу притиску визначають за наступною формулою

$$P = \frac{E \delta^3 \text{tg} \alpha}{4 l_1^2}.$$

В нашому випадку залишкова кутова деформація менша критичної, тому силу притиску листів визначаємо за другою формулою

$$P = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot (14 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,005}{4 \cdot 0,126^2} = 4,537 \times 10^4 \text{ Н/м.}$$

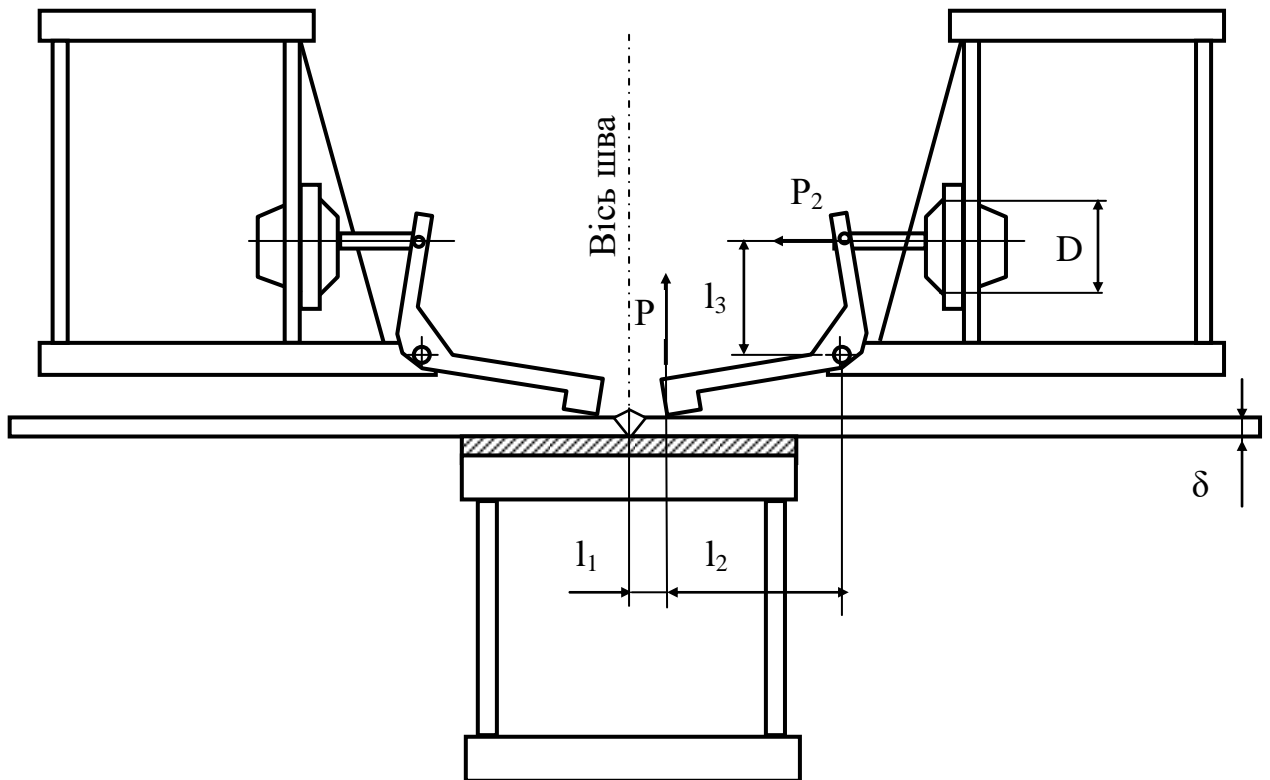


Рис.24. Розрахункова схема станда для зварювання листів

6. Розташовуємо притискачі з кроком $t=200$ мм.

7. Визначаємо зосереджену силу, що припадає на один притискач

$$P_{np} = P_1 \times t = 45370 \times 0,2 = 9,074 \times 10^3 \text{ Н.}$$

8. З рівняння моментів сил на двоплечому важелі визначимо силу на штоці силового приводу

$$P_2 \cdot l_3 = P_{np} \cdot l_2, \text{ звідки з урахуванням к.к.д важеля } \eta = 0,8 \quad P_2 = P_{np} \frac{l_2}{l_3} \frac{1}{\eta};$$

$$P_2 = \frac{9074 \cdot 0,12 \cdot 1}{0,2 \cdot 0,8} = 6,805 \times 10^3 \text{ Н.}$$

9. Визначаємо діаметр пневматичного циліндра

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_2}{\pi \cdot p_{нов} \cdot \eta_{пц}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6805}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9}} = 0,139 \text{ м.}$$

Обираємо стандартний пневмоциліндр діаметром $D=140$ мм.

10. Визначаємо максимальну величину зазора, який може утворитися між листом та стандом в місці дії притискачів

$$\Delta = f - f_0 = l_1 \tan \alpha - \frac{4 P_1 l_1}{E \delta^3};$$

$$\Delta = 0,126 \cdot 0,05 - \frac{4 \cdot 9074 \cdot 0,126}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot (14 \cdot 10^3)^3} = 6,3 \cdot 10^{-3} - 7,93 \cdot 10^{-3}$$

Таким чином, оскільки $f_0 > f$ то $\Delta = 0$.

11. Визначаємо розміри $b \times \delta_1$ прямокутного поперечного перерізу важеля, виходячи з максимального згинального моменту

$$M_{\text{зг}} = P_2 l_3 = 6805 \cdot 0,2 = 1,36 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Конструктивно прийнявши товщину важеля $\delta_1 = 20$ мм та допустимі напруження для сталі Ст.3 $[\sigma] = 160$ МПа з рівняння міцності визначаємо ширину важеля b

$$\frac{b^2 \delta_1}{6} = \frac{P_2 l_3}{[\sigma]}, \quad b = \sqrt{\frac{6 \cdot P_2 \cdot l_3}{[\sigma] \cdot \delta_1}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 6805 \cdot 0,2}{160 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}} = 0,051 \text{ м};$$

Приймаємо ширину важеля $b = 55$ мм.

12. Визначаємо діаметр осі важеля.

Вісь важеля можна представити як двохопорну шарнірно закріплену балку, навантажену зосередженою силою P_2 посередині прольоту l_0 . Оскільки вісь закріплюється в підшипникових опорах, то довжину осі приймаємо від середини опор, тобто $l_0 = 50$ мм. Матеріал для осі сталь 35 для якої $[\sigma] = 220$ МПа.

Максимальний згинальний момент

$$M_{\text{зг1}} = \frac{P_2 l_0}{4} = \frac{6805 \cdot 0,05}{4} = 85 \text{ Нм}.$$

Діаметр осі важеля

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{зг1}}}{0,1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{85}{0,1 \cdot 220 \cdot 10^6}} = 0,016 \text{ м}.$$

Приймаємо діаметр осі важеля $d_0 = 16$ мм.

Оскільки в осі виникають нормальні та дотичні напруження, то еквівалентні напруження не повинні перевищувати допустимих напружень

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma];$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{зг1}}}{0,1 \cdot d_0^3} = \frac{85}{0,1 \cdot 0,016^3} = 207,5 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{4P_2}{\pi d_0^2} = \frac{4 \cdot 6805}{3,14 \cdot 0,016^2} = 33,86 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{207,5^2 + 3 \cdot 33,86^2} = 215,63 \text{ МПа.}$$

Таким чином умова міцності осі важеля виконується.

Приклад № 2. Виконати розрахунок сил притиску заготовок в кондукторі-кантувачі (Рис.25), вихідних сил та розміри силових приводів при складанні та зварюванні таврових балок завдовжки $L_6=6\text{м}$ зі сталі Ст.3 по наступним вихідним даним: $E=2,1 \times 10^5 \text{ МПа}$, $\sigma_T=250 \text{ МПа}$, $h_c=400 \text{ мм}$, $\delta_c=10 \text{ мм}$, $b_n=200 \text{ мм}$, $\delta_n=16 \text{ мм}$, $k=8 \text{ мм}$; режим зварювання: $I=700 \text{ А}$, $U_d=35 \text{ В}$, $V_{зв}=0,64 \text{ см/с}$, $\eta=0,8$.

Розміри плечей важелів прийняти з конструктивних міркувань, а поперечні перерізи розрахувати.

Визначити необхідні діаметри осей важелів.

Розв'язання

1. Враховуючи розміри перетину таврової балки, конструктивно приймаємо розміри плечей важелів кондуктора-кантувача наступними:

$L=120 \text{ мм}$, $l=90 \text{ мм}$, $l_1=60 \text{ мм}$, $l_2=210 \text{ мм}$, $l_3=190 \text{ мм}$, $a=85 \text{ мм}$, $b=45 \text{ мм}$, $\alpha=15^\circ$, радіус шарнірів $r_{ш}=15 \text{ мм}$. Коефіцієнти тертя ковзання в шарнірі та між заготовками і притискачами відповідно $f=0,1$ та $\mu=0,2$. Тиск повітря в заводській мережі $p_{пов}=0,5 \text{ МПа}$, тиск робочої рідини $p_p=2 \text{ МПа}$.

2. Визначаємо положення центра ваги поперечного перерізу балки (Рис.26):

2.1. Статичний момент відносно осі ОХ

$$S_x = b_n \delta_n \cdot \frac{\delta_n}{2} + h_c \delta_c \cdot \left(\frac{h_c}{2} + \delta_n \right) = 20 \cdot 1,6 \cdot \frac{1,6}{2} + 40 \cdot 1 \cdot \left(\frac{40}{2} + 1,6 \right) = 889,6 \text{ см}^3.$$

2.2. Площа поперечного перерізу

$$F = h_c \delta_c + b_n \delta_n = 40 \cdot 1 + 20 \cdot 1,6 = 72 \text{ см}^2.$$

2.3. Координата центра ваги балки

$$Y_c = \frac{S_x}{F} = \frac{889,6}{72} = 12,4 \text{ см.}$$

3. Координата точки прикладання усадочної сили P_y

$$Y_{py} = \frac{1}{3} K + \delta_n = \frac{1}{3} \cdot 0,8 + 1,6 \approx 1,9 \text{ см.}$$

4. Ексцентриситет прикладання усадочної сили

$$e = Y_c - Y_{py} = 12,4 - 1,9 = 10,5 \text{ см.}$$

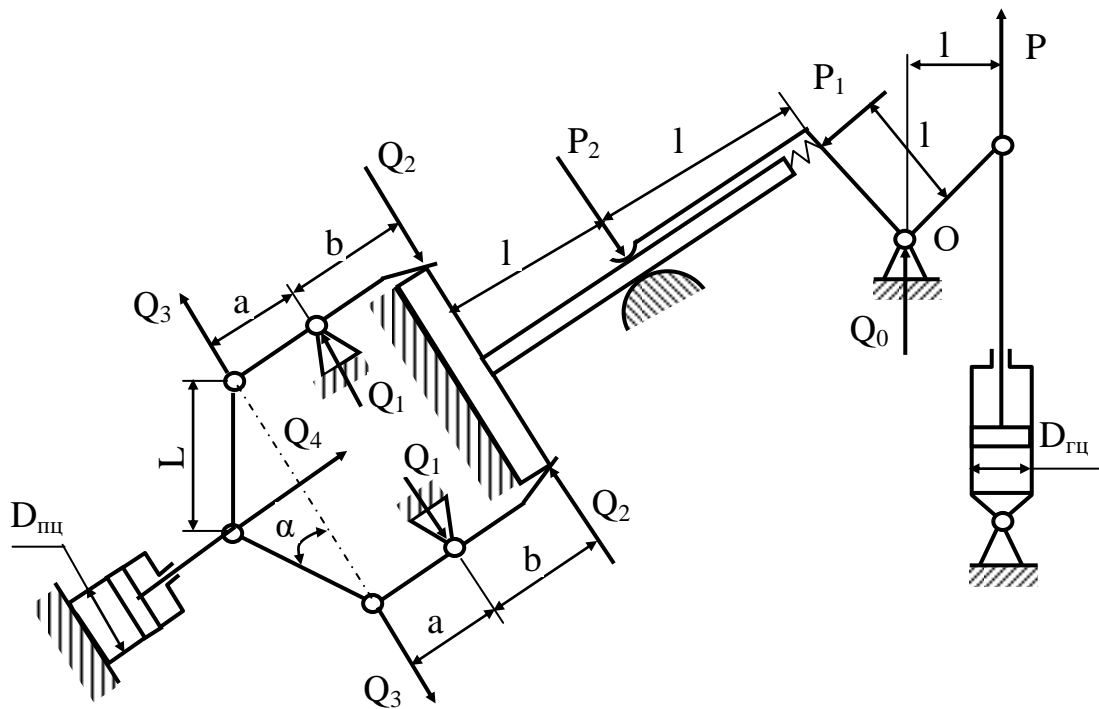


Рис. 25. Розрахункова схема кондуктора-кантувача

5. Визначаємо усадочну силу від зварювання одного P_{y1} та двох швів P_{y2} :

5.1. Ефективна теплова потужність дуги

$$q_e = IU\eta = 700 \cdot 35 \cdot 0,8 = 1,96 \cdot 10^4 \text{ Вт};$$

5.2. Усадочна сила від зварювання одного (першого) шва

$$P_{y1} = 17 \cdot \frac{q_e}{V_3} = 17 \cdot \frac{19600}{0,64} = 5,206 \cdot 10^5 \text{ Н};$$

5.3. Усадочна сила від зварювання двох швів

$$P_{y2} = 1,15 \cdot 17 \cdot \frac{q_e}{V_3} = 1,15 \cdot 520600 = 5,987 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

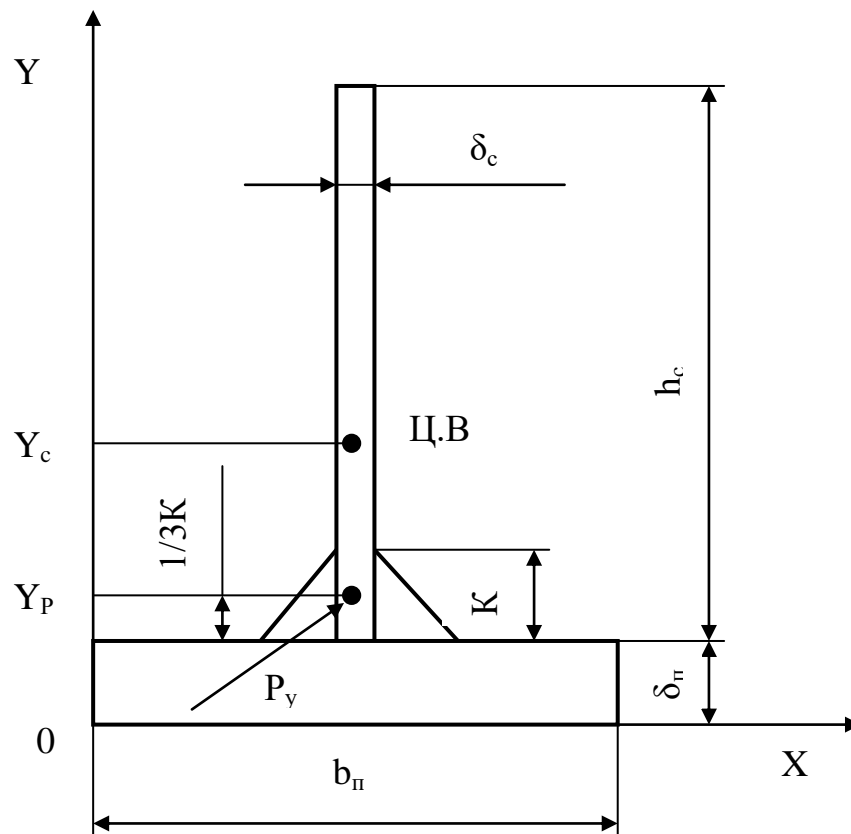


Рис. 26. Поперечний переріз таврової балки

6. Визначаємо погонні сили притиску заготовок балки:

6.1. На верхніх притискачах від зварювання першого шва

$$q_1 = 9,6 \cdot \frac{P_{y1} \cdot e}{L^2} = \frac{9,6 \cdot 520600 \cdot 0,105}{6^2} = 1,458 \cdot 10^4 \text{ Н};$$

6.2. На нижніх притискачах від зварювання двох швів

$$q_2 = 9,6 \cdot \frac{P_{y2} \cdot e}{L^2} = \frac{9,6 \cdot 598700 \cdot 0,105}{6^2} = 1,676 \cdot 10^4 \text{ Н}.$$

7. Розміщуємо притискачі вздовж балки з кроком $t=1,0$ м.

8. Визначаємо зосереджену силу, яка сприймається верхніми та нижніми

притискачами відповідно

$$S_1 = q_1 \cdot t = 14580 \cdot 1,0 = 14580 \text{ Н}; \quad S_2 = q_2 \cdot t = 16760 \cdot 1,0 = 16760 \text{ Н}.$$

9. Розрахунок верхніх притискачів:

9.1. Визначаємо силу притиску бокового притискача P_2 , виходячи з умови, що напруження в шві $\sigma_{\text{дон}} \leq 0,8\sigma_{\tau} = 0,8 \cdot 250 = 200 \text{ МПа};$

$$P_2 l_3 = W_{\text{ш}} \sigma_{\text{дон}}, \quad P_2 l_3 = \frac{b h_{\text{ш}}^2 \sigma_{\text{дон}}}{6} \quad \text{звідки} \quad P_2 = \frac{b h_{\text{ш}}^2 \sigma_{\text{дон}}}{6 l_3},$$

де осьовий опір зварного шва $W_u = \frac{bh_u^2}{6}$ при тому, що відстань між притискачами дорівнює довжині шва $t = b = 1,0$ м;
В нашому випадку висота кутового шва $h_u = 0,7K = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \approx 6$ мм ,
тому сила притиску бокового притискача

$$P_2 = \frac{1,0 \cdot 0,006^2 \cdot 200 \cdot 10^6}{6 \cdot 0,19} = 6,316 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

9.2. Визначаємо силу притиску P_1 з урахуванням коефіцієнта тертя $f=0,15$
та коефіцієнта запасу $K=1,25$

$$P_1 = 1,25(S_1 - fP_2) = 1,25 \cdot (14580 - 0,15 \cdot 6316) = 1,704 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

9.3. Визначаємо величину зазору, який може утворитись між стінкою балки та ложементом кондуктора

$$\Delta = f - f_0, \quad \Delta = \lg \alpha - \frac{4P_2 l_3^3}{E \delta^3 b}.$$

При залишковій кутовій деформації $\lg \alpha = 0,01$ маємо

$$\Delta = 0,19 \cdot 0,01 - \frac{4 \cdot 6316 \cdot 0,19^3}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,01^3 \cdot 1,0} = 1,9 \cdot 10^{-3} - 8,252 \cdot 10^{-4} = 1,075 \cdot 10^{-3} \text{ м,}$$

тобто зазор $\Delta = 1,075$ мм на довжині $b = 1,0$ м практично не впливає на якість зварного з'єднання.

9.4. З рівняння моментів сил визначимо силу на штоці гідроциліндра

$$Pl = P_1 l_1 + P_2 l_2, \quad \text{звідки} \quad P = \frac{P_1 l_1 + P_2 l_2}{l_1} = \frac{17040 \cdot 0,06 + 6316 \cdot 0,21}{0,09} = 2,61 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

9.5. Визначаємо реакцію в шарнірі Q_0

$$Q_0 = \sqrt{(P_1 + 0,7P)^2 + (P_2 + 0,7P)^2};$$

$$Q_0 = \sqrt{(17040 + 0,7 \cdot 26100)^2 + (6316 + 0,7 \cdot 26100)^2} = 4,3 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

9.6. Визначаємо момент сил тертя в шарнірі $r_{ш} = 15$ мм в якому коефіцієнт тертя ковзання $f = 0,1$

$$M_{TP} = Q_0 f r = 4,3 \cdot 10^4 \cdot 0,1 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 64,5 \text{ Нм.}$$

9.7. Визначаємо витрати на подолання сил тертя в шарнірі

$$P_{TP} = \frac{M_{TP}}{l} = \frac{64,5}{90 \cdot 10^{-3}} = 717 \text{ Н.}$$

9.8. Визначаємо діаметр гідроциліндра, якщо тиск робочої рідини

$p_m = 2$ МПа, та к.к.д. гідроциліндра $\eta_{гц} = 0,8$

$$D_{гц} = \sqrt{\frac{4(P + P_{TP})}{\pi p_m \eta_{гц}}} = \sqrt{\frac{4(26100 + 717)}{3,14 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,146 \text{ м.}$$

Вибираємо стандартний гідроциліндр $D_{гц} = 160$ мм.

10. Розрахунок нижніх притискачів.

10.1. Визначаємо силу притиску полиці балки кліщовим притискачем, якщо

коефіцієнт зчеплення притискача з полицею $\mu = 0,2$.

Зосереджену силу на верхніх притискачах можна представити як

$$S_2 = 2Q_2\mu,$$

звідки
$$Q_2 = 0,5 \frac{S_2}{\mu} = 0,5 \cdot \frac{16760}{0,2} = 41900 \text{ Н.}$$

10.2. З рівняння моментів сил визначаємо силу Q_3

$Q_3 a = Q_2 b$ звідки з урахуванням к.к.д. важеля $\eta = 0,8$

$$Q_3 = \frac{Q_2 b}{a \eta} = \frac{41900 \cdot 0,045}{0,085 \cdot 0,8} = 2,773 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

10.3. Сила на штоці приводного пневмоциліндра, якщо в шарнірі $r_{ш} = 15$ мм

кут тертя $\beta = 1^\circ 30'$

$$Q_4 = Q_3 \cdot 2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta) = 27730 \cdot 2 \operatorname{tg}(15^\circ + 1^\circ 30') = 1,619 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

10.4. Діаметр пневмоциліндра, якщо тиск повітря в заводській мережі

складає $p_n = 0,5$ МПа і к.к.д. пневмоциліндра $\eta_{пц} = 0,9$

$$D = \sqrt{\frac{4Q_4}{\pi p_n \eta_{пц}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16190}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9}} = 0,214 \text{ м.}$$

Вибираємо стандартний пневмоциліндр діаметром $D = 250$ мм.

10.5. Визначаємо розміри поперечного перерізу важеля кліщового притискача:

На важіль діє згинальний момент

$$M_3 = Q_2 b = 41900 \cdot 0,045 = 1,886 \cdot 10^3 \text{ Нм.}$$

Важіль виготовляємо зі сталі Ст.3 завтовшки 20 мм для якої $[\sigma] = 160$ МПа. Тоді ширина важеля буде

$$b = \sqrt{\frac{6M_3}{\delta[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1886}{0,02 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,059 \text{ м; приймаємо } b = 60 \text{ мм.}$$

10.6. Визначаємо діаметр осі важеля:

Реакція в шарнірі $Q_1 = Q_2 + Q_3 = 41900 + 27730 = 69630 \text{ Н.}$

Розглядаємо вісь важеля, як двохопорну шарнірно закріплену балку з прольотом l і навантажену посередині силою Q_1 на довжині $l_0 = \delta$. Для осі використовуємо сталь 35 для якої $[\sigma] = 200$ МПа.

Згинальний момент $M_3 = \frac{Q_1}{8}(2l - l_0) = \frac{69630}{8}(2 \cdot 42 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3}) = 557$ Нм.

З рівняння міцності визначаємо діаметр осі, яку виготовляємо зі сталі 35 для якої $[\sigma] = 200$ МПа

$$\sigma = \frac{M_3}{0,1d^3} \leq [\sigma] \text{ звідки } d = \sqrt[3]{\frac{M_3}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{557}{0,1 \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0,03 \text{ м};$$

Приймаємо вісь діаметром $d = 30$ мм.

Приклад № 3. Виконати розрахунок клавійного затискного пристрою з пневмошланговим приводом (Рис.27) при односторонньому стиковому зварюванні поздовжнього шва циліндричної обичайки радіусом $R = 1,0$ м завтовшки $\delta = 5$ мм і завдовжки 2,5 м зі сталі Ст.3 по наступним вихідним даним: $E = 2,1 \times 10^5$ МПа, $\sigma_T = 250$ МПа, власна вага клавій зі шлангом $G = 0,5$ кгс/см, крок розміщення клавій $t = 5$ см, $l = 30$ см, $l_1 = 10$ см, $l_2 = 18$ см, $l_3 = 20$ см, $l_4 = 10$ см, $l_5 = 5$ см, хід клавіша $h_k = 4$ см, залишкова кутова деформація $\text{tg} \alpha = 0,01$.

Розрахувати силу притиску кромки, зусилля пневмошланга та зворотної пружини, поперечний переріз клавій, діаметр пневмошланга, хід зворотної пружини та пневмошланга.

Розв'язання

1. Визначаємо критичне значення кутової деформації

$$\text{tg} \alpha_{kp} = \frac{2l_5 \sigma_{\text{дон}}}{3E\delta} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 250 \cdot 10^6}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,005} = 3,97 \times 10^{-3} \approx 0,004.$$

2. Для визначення погонної сили притиску зварюваних кромки обичайки порівнюємо критичне значення кутової деформації з залишковою кутовою деформацією. В нашому випадку $\alpha > \alpha_{kp}$, тобто $0,01 > 0,004$, тому погонна сила притиску однієї кромки визначається за формулою

$$P_{\text{дон}} = \frac{\sigma_{\text{дон}} \delta^2}{6l} = \frac{250 \cdot 10^6 \cdot 0,005^2}{6 \cdot 0,05} = 2,083 \times 10^4 \text{ Н/м}.$$

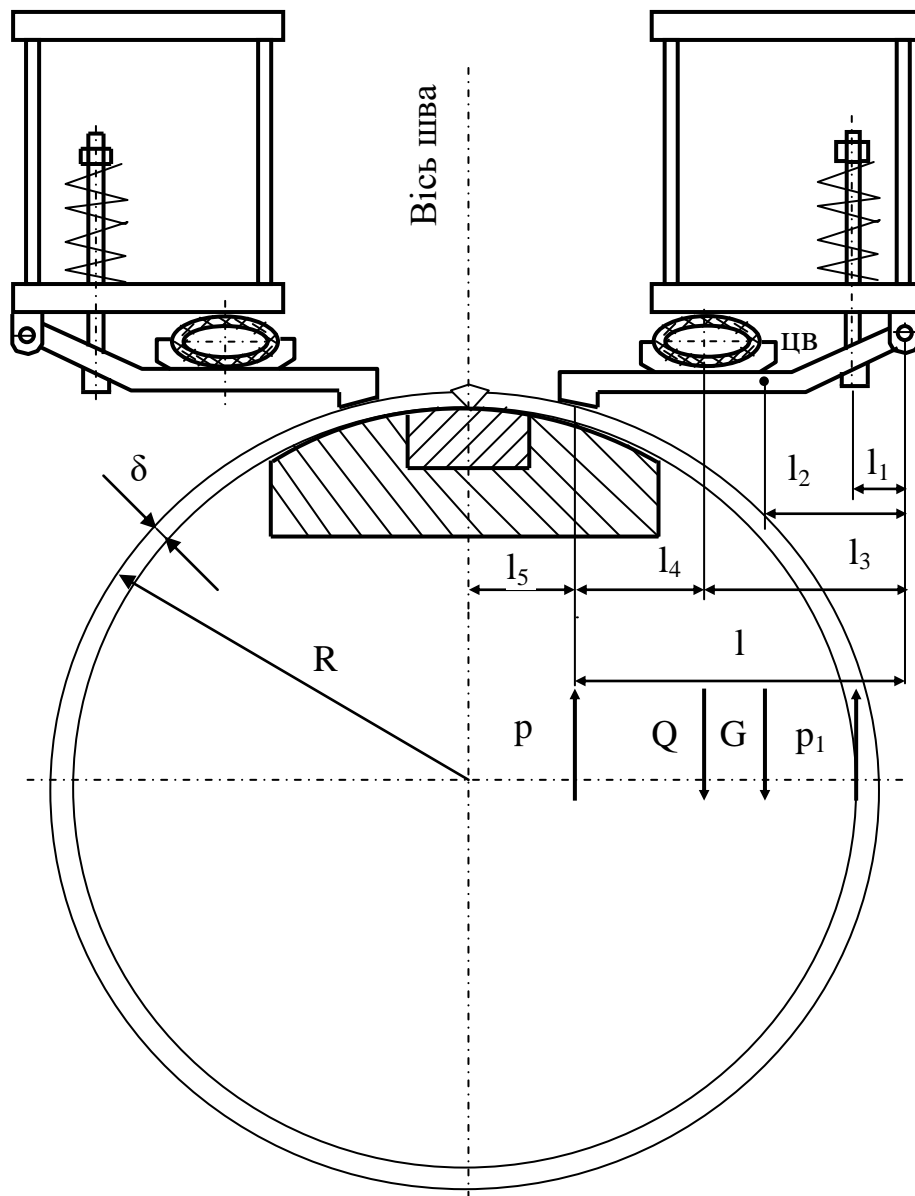


Рис.27. Розрахункова схема клавішного затискного пристрою з пневмошланговим приводом та зворотною пружиною

3. Зробимо перевірку стану прилягання кромки до підкладки

$$\Delta_z = f - f_0;$$

$$f = l_5 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0,05 \cdot 0,01 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$f_0 = \frac{4Pl_5^3}{E\delta^3} = \frac{4 \cdot 20830 \cdot 0,05^3}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,005^3} = 7,935 \times 10^{-3} \text{ м};$$

Зазор не утвориться, оскільки $f_0 > f$.

4. Необхідне зусилля пневмошланга, що приходить на одиницю його довжини

$$Q = 1,05 p \frac{l}{l_3} = 1,05 \cdot 20830 \cdot \frac{0,3}{0,2} = 3,281 \times 10^4 \text{ Н/м.}$$

5. Зусилля зворотної пружини

$$p_1 = \frac{Gl_2 + 0,05 pl}{l_1} = \frac{0,5 \cdot 0,18 + 0,05 \cdot 20830 \cdot 0,3}{0,1} = 3,133 \times 10^3 \text{ Н/м.}$$

6. Необхідне зусилля пневмошланга на кожну клавішу з урахуванням кроку t

$$Q_{кл} = Qt = 3,281 \cdot 10^4 \cdot 0,005 = 1156,65 \text{ Н.}$$

7. Зусилля зворотної

$$P_{np} = p_1 t = 3133 \cdot 0,005 = 15,67 \text{ Н.}$$

8. Хід пневмошланга

$$h = h_k \cdot \frac{l_3}{l} = 0,04 \cdot \frac{0,2}{0,3} = 0,027 \text{ м.}$$

9. Хід зворотної пружини

$$x = h_k \cdot \frac{l_1}{l} = 0,04 \cdot \frac{0,1}{0,3} = 0,013 \text{ м.}$$

10. Необхідний діаметр пневмошланга

$$d_{ш} = \frac{2Q}{\pi q} + h + \Delta = \frac{2 \cdot 3,281 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 10^6} + 0,027 + 0,005 = 0,074 \text{ м}$$

ГОСТ 7877-75 передбачає рукава пожежні напорні прогумовані з синтетичних ниток наступних діаметрів: 51 мм, 66 мм, 77 мм, 150 мм завдовжки $L=20 \pm 1$ м.

Вибираємо пневмошланг діаметром $d_{ш}=77$ мм.

11. Визначаємо допустимий тиск повітря

$$q_{дон} = \frac{2Q}{\pi(d_{ш} - h - \Delta)} = \frac{2 \cdot 3,281 \cdot 10^4}{3,14 \cdot (0,077 - 0,027 - 0,005)} = 4,644 \times 10^5 = 0,464 \text{ МПа,}$$

12. Розрахункове зусилля на один клавіш

$$P = pt = 20830 \cdot 0,05 = 1042 \text{ Н.}$$

13. Найбільший згинальний момент, що діє на клавіш

$$M_3 = Pl_4 = 1042 \cdot 0,1 = 104,2 \text{ Нм.}$$

14. Визначаємо ширину клавiша при заданій товщині $\delta=10$ мм зі сталі Ст.3 для якої допускне напруження $[\sigma]=160$ МПа

$$b = \sqrt{\frac{6M_3}{\delta[\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 104,2}{0,005 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,028 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину клавiша 28 мм.

15. Розміри зворотної пружини вибираємо по необхідним зусиллю та ходу з ГОСТ13764-68 – ГОСТ13776-68 на гвинтові циліндричні пружини.

3.4. ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

Нестандартні пристосування виготовляють в невеликій кількості. Собівартість кожного з них залежить від трудомісткості виготовлення, тобто від складності і технологічності конструкції. У зв'язку з цим конструкція пристрою повинна бути відпрацьована не тільки у відповідності з вимогами технологічної операції до виготовлення, але і з точки зору її технологічності.

Основою технологічності конструкції пристрою є простота конструктивних форм її деталей, компактність конструкції в цілому та максимальна її нормалізація. Компактність пристрою визначається його габаритами, що впливає на витрати матеріалу та на обсяги обробки. Тому при розробці пристрою необхідно прагнути до зменшення кількості деталей та габаритів пристрою. При конструюванні деталей необхідно надавати їм такі форми, які при виготовленні не потребували б складних технологічних процесів (литво, кування та ін.). В багатьох випадках це досягається за рахунок застосування зварювання заготовок з труб, профілів та листового прокату. В центрі уваги повинно стояти завдання раціонального використання та економії матеріалів. Важливим технологічним фактором, який безпосередньо впливає на собівартість пристрою, є точність та чистота обробки його деталей. Рекомендовано уникати високої точності та чистоти обробки поверхонь деталей там де це не обумовлено умовами роботи або виготовлення. Механічну обробку фіксаторів та притискачів виконують по 3 та 4 класам точності.

3.5. ТОЧНІСТЬ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Точність виготовлення пристроїв залежить від їх призначення та точності виготовлення зварного виробу. На відхилення розмірів зварних виробів впливає точність виготовлення конструктивних деталей, їх деформації при складанні та зварюванні, похибки при

виготовленні конструктивних елементів та їх монтажі.

По точності виготовлення розрізняють наступні групи конструктивних елементів пристосувань:

- несучі елементи для закріплення на них фіксаторів та притискачів;
- фіксуючі елементи;
- притискні елементи.

Несучі конструкції оснастки повинні бути достатньої жорсткості. Допустимий прогин опорної балки кондуктора визначається в залежності від допусків на залишковий прогин виробу і повинен бути меншим від цієї величини. Допустимий прогин рекомендується приймати $f \leq 1/500L$ де L відстань між опорами.

Задану точність установлення заготовок забезпечують фіксатори (установочні елементи) пристрою. Допуски на лінійні розміри складально-зварювальних пристроїв вибирають в межах 0,5...0,75 допуску на відповідні розміри в виробах.

При фіксуванні двома отворами заготовка одним отвором установлюється на циліндричний палець, а іншим на ромбовидний палець. Бокове зміщення циліндричного пальця в отворі приймають рівним половині максимального зазору між циліндричним пальцем та отвором. Максимальний зазор включає гарантований зазор та допуски на циліндричний палець і діаметр отвору $e = S_{\max}/2 = (\Delta + a_n + a_o)/2$.

Кутове зміщення заготовки $\text{tg}\alpha = (S_{1\max} + S_{2\max})/2l$, де $S_{1\max}$ та $S_{2\max}$ максимальні зазори відповідно між отвором та циліндричним пальцем і циліндричним пояском ромбовидного пальця і міжцентрова відстань l .

Притискачі потрібно розміщувати навпроти упорів або поблизу них. Конструкції притискачів та упорів повинні відповідати умовам міцності та жорсткості. В одному пристосуванні повинно бути не більше двох типів притискачів.

Розроблена схема базування виробу використовується для компонування складального або складально-зварювального пристрою у вигляді креслення.

3.6. КОМПОНУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.

Приклад 1.

В якості прикладу розглянемо компонування складального пристрою для зварного важеля, ескіз якого наведений на рис.28. Згідно з вихідними даними виріб складається з циліндричного важеля та двох циліндричних втулок з отворами. Втулки приварюють до важеля кутовими швами по замкненій лінії. Вісі втулок повинні бути паралельними між собою та перпендикулярними до осі важеля. Відстань між осями втулок повинна бути витримана із заданою точністю (з урахуванням граничного відхилення).

Етап 1. Виконання технічних вимог щодо взаємної паралельності

осей втулок, перпендикулярності цих осей до осі важеля і забезпечення необхідної точності виробу можливо при використанні складального пристрою. Крім того, складальний пристрій суттєво полегшить процедуру складання та забезпечить підвищення продуктивності праці.

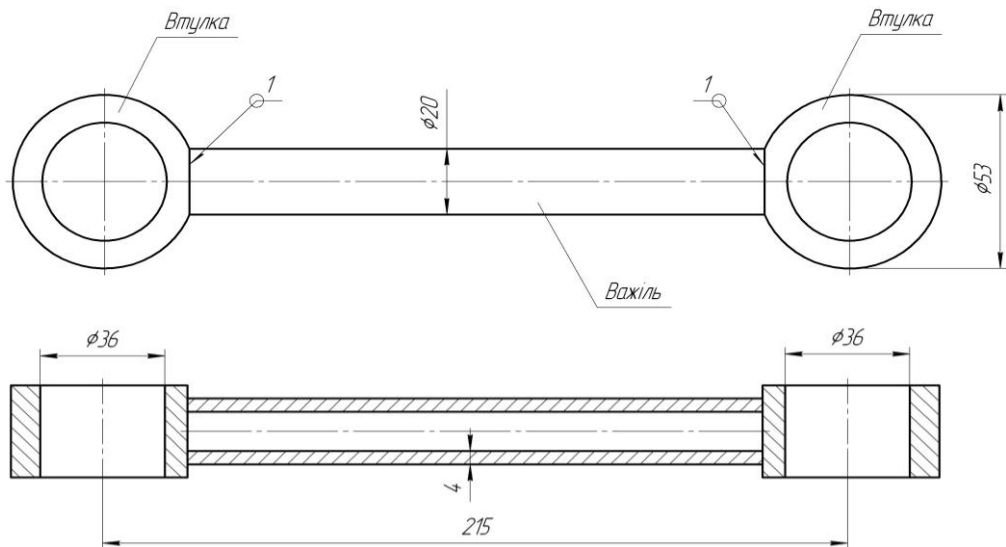


Рис. 28. Ескіз зварного виробу

Етап 2. За базову заготовку приймаємо важіль, який має дві торцові, внутрішню та зовнішню циліндричні поверхні. Основною базою важеля буде найбільша зовнішня циліндрична поверхня. Складання виробу починаємо (рис.29) з фіксування базової заготовки, тобто укладання циліндричного важеля на призму, яка є подвійною напрямною і позбавляє базову заготовку 4-х ступенів свободи. В цьому випадку установочна циліндрична поверхня важеля спирається на 4 точки (опори) – 1, 2, 3, 4. Зважаючи на достатню жорсткість конструкції важеля його закріплення здійснюють однією силою P_1 , що прикладена між двома опорами. В іншому випадку, при недостатній жорсткості, прикладалися б дві сили закріплення навпроти опор.

Встановлення втулок здійснюємо по отворах і циліндричним установочним пальцям. З метою запобігання заклинюванню, обираємо короткі пальці. В цьому випадку внутрішня циліндрична поверхня кожної втулки в спряженні з коротким циліндричним пальцем позбавляє її двох ступенів свободи.

Для забезпечення необхідного розташування торців втулок відносно важеля, спираємо їх нижні торцеві плоскі поверхні на вузькі установочні буртики пальців, що позбавляє кожну втулку одного ступеня свободи. Таким чином в цілому, втулка позбавляється трьох ступенів свободи: двох ступенів за рахунок короткого пальця та одного завдяки торцю втулки та вузькому буртику пальця.

Притискання втулок до цих упорів здійснюємо вертикальними силами P , оскільки положення втулок відносно власної осі не регламентовано.

Етап 3. На рис. 30 приведений варіант складального пристрою, скомпонованого за розробленою схемою базування.

Для фіксації важеля в необхідному положенні прийнято дві вузькі призми. Притискання важеля до призм здійснюють за допомогою відкидного гвинтового притискача. Для позбавлення плоских поверхонь втулок одного ступеня свободи обрані вузькі буртики циліндричних пальців. Надійний контакт циліндричних втулок з поверхнями буртиків циліндричних пальців забезпечується за рахунок власної ваги цих втулок.

При виконанні креслення пристрою на листі розміщують зображення пристрою для складання (або складання та зварювання) одного з вузлів виробу. Креслення складального пристрою виконують основною лінією разом з виробом (вузлом), зображеним тонкими лініями іншого кольору (синій або червоний). При цьому вважають виріб прозорим, що дає можливість зображати на кресленні всі видимі та невидимі деталі і вузли пристрою. Тобто, кольорові лінії виробу можуть перетинати усі конструктивні елементи пристрою. На кресленні виконують усі необхідні перерізи та додаткові види, які пояснюють роботу пристрою. Складові частини пристрою нумерують відповідно до номеру позиції, яка зазначена в специфікації цієї одиниці.

На кресленні можуть бути показані функціональні вузли пристрою (складальні одиниці), які віддзеркалюють деталі або функціональні вузли та інші дані, що необхідні для компоновання складального пристрою.

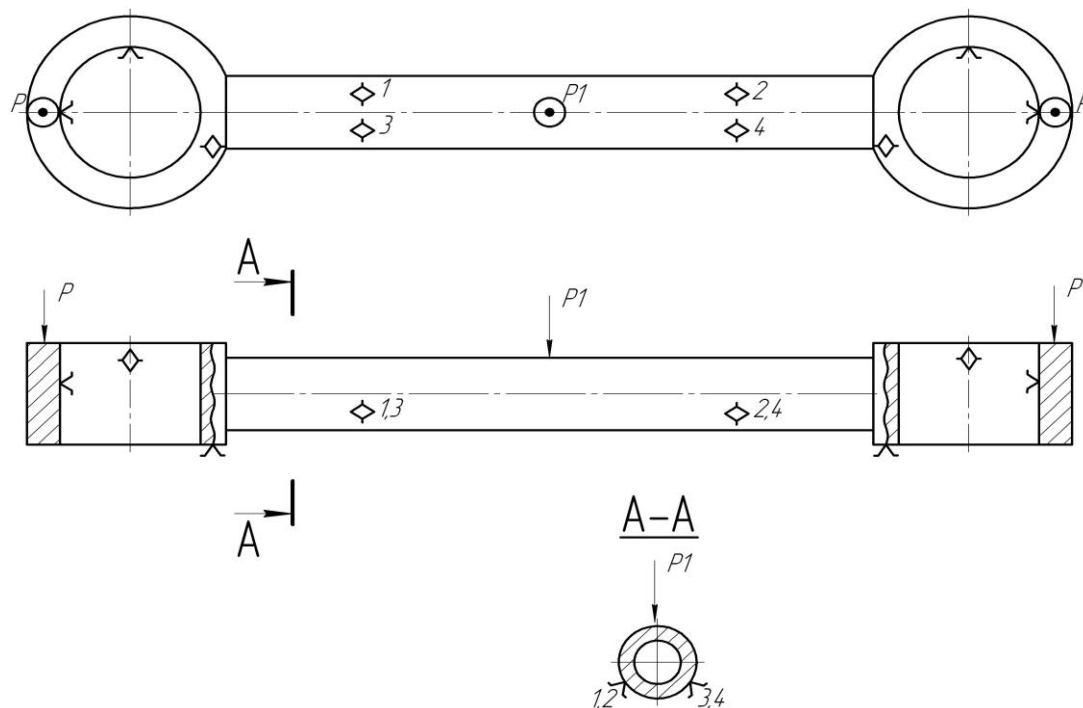


Рис. 29. Схема базування деталей важеля

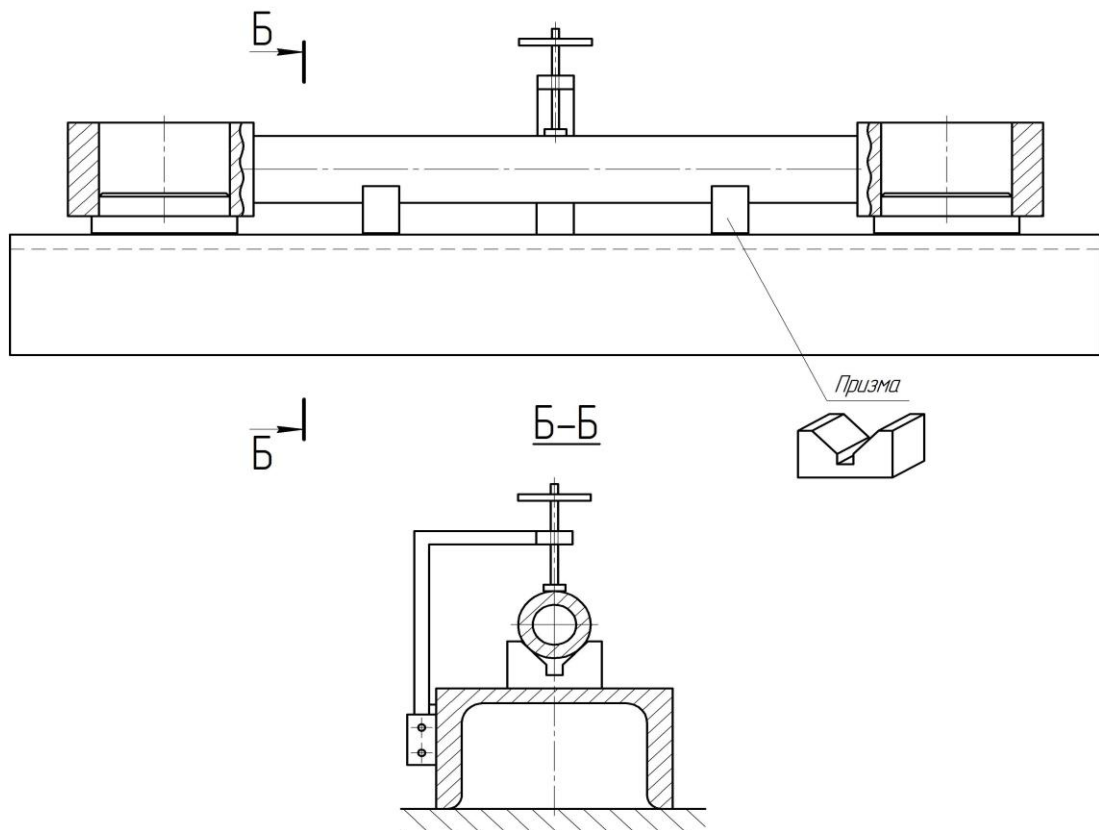


Рис.30. Пристрій для складання важеля

Приклад 2.

В якості прикладу розглянемо компонування складального пристрою для зварної опори, ескіз якої наведений на рис. 31. Опора зварна призначена для роботи у складі шарнірного механізму, що сприймає суттєві статичні та динамічні радіальні навантаження на відкритому повітрі при температурі $20^{\circ}\dots 50^{\circ}\text{C}$.

Конструкція зварної опори включає втулку 1, провушину 2, ребро 3 та основу 4, зварених між собою кутовими швами. Опора сприймає суттєві статичні та динамічні радіальні навантаження на відкритому повітрі при температурі $20^{\circ}\dots 50^{\circ}\text{C}$. Матеріал опори сталь 10ХСНД. Схема базування деталей зварної опори показана на рис.32. До зварного виробу висунуті наступні вимоги:

- неперпендикулярність провушини до основи не більше $\pm 0,5$ мм;
- непаралельність осі втулки основі не більше $\pm 0,25$ мм;
- неспіввісність отворів втулки та провушини не більше $\pm 0,1$ мм;
- непаралельність ребра осі втулки не більше $\pm 1,5$ мм;
- неперпендикулярність ребра основі не більше $\pm 0,5$ мм;
- зварні шви зачистити;
- термічне оброблення для зняття залишкових напружень.

Етап 1. До зварного виробу висунуті досить жорсткі вимоги, які підлягають обов'язковому виконанню. Збереження з необхідною точністю взаємного розміщення деталей зварної опори неможливе без застосування складально-зварювального пристрою. Використання таких пристроїв забезпечить взаємозамінність зварних опор в умовах масового виробництва та підвищить продуктивність праці.

Етап 2. За базову заготовку прийнята провущина 2. На базовій заготовці вибрано базову поверхню (головна база). Ця поверхня має найбільші габарити і позбавляє провущину трьох ступенів свободи (1,2,3). Для позбавлення інших ступенів свободи використовуємо отвір та торець провущини. Отвір позбавляє провущину двох ступенів свободи (4,5), а торець провущини – одного ступеня свободи (6) завдяки контакту провущини 2 з основою 4. Таким чином провущина позбавляється шести ступенів свободи.

Для фіксування основи 4 використовуються отвори та плоска поверхня, які забезпечують відповідне проектне положення основи в пристрої.

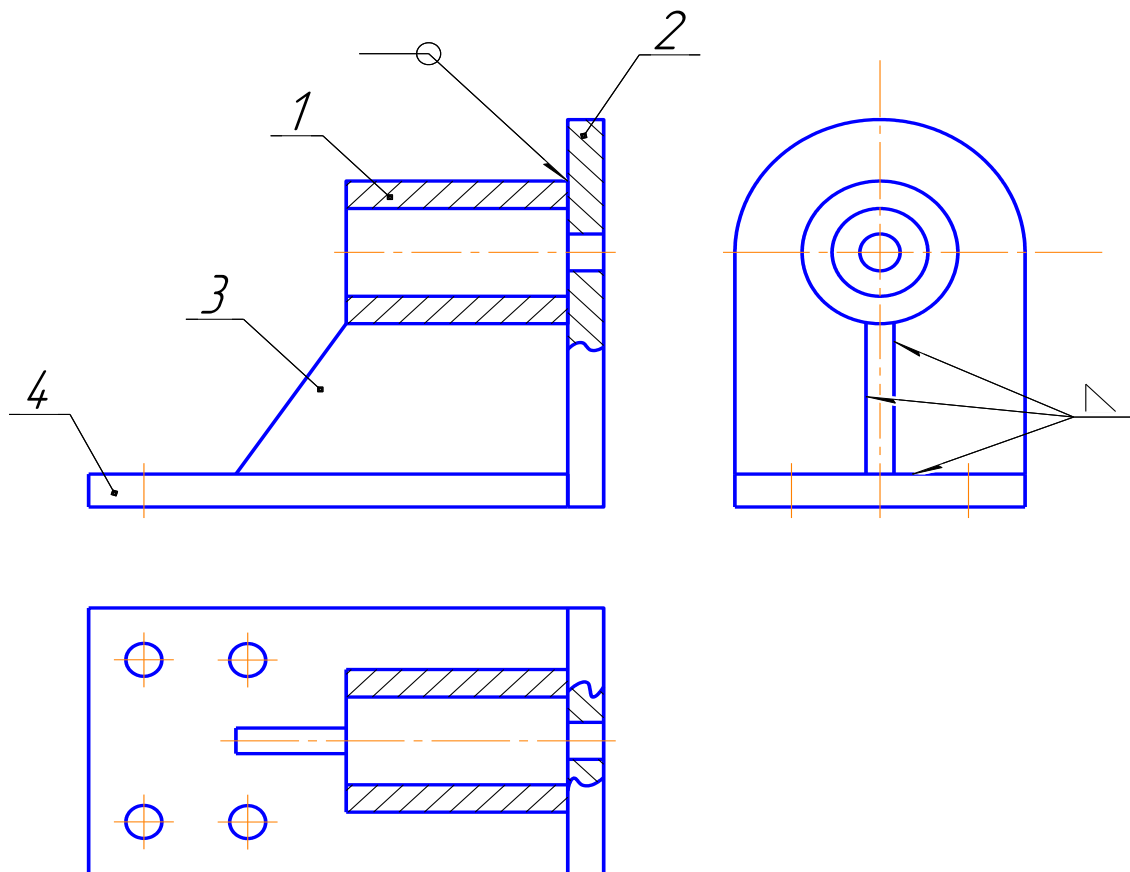


Рис. 31. Ескіз опори зварної :
1-втулка; 2-провущина; 3-ребро; 4-основа.

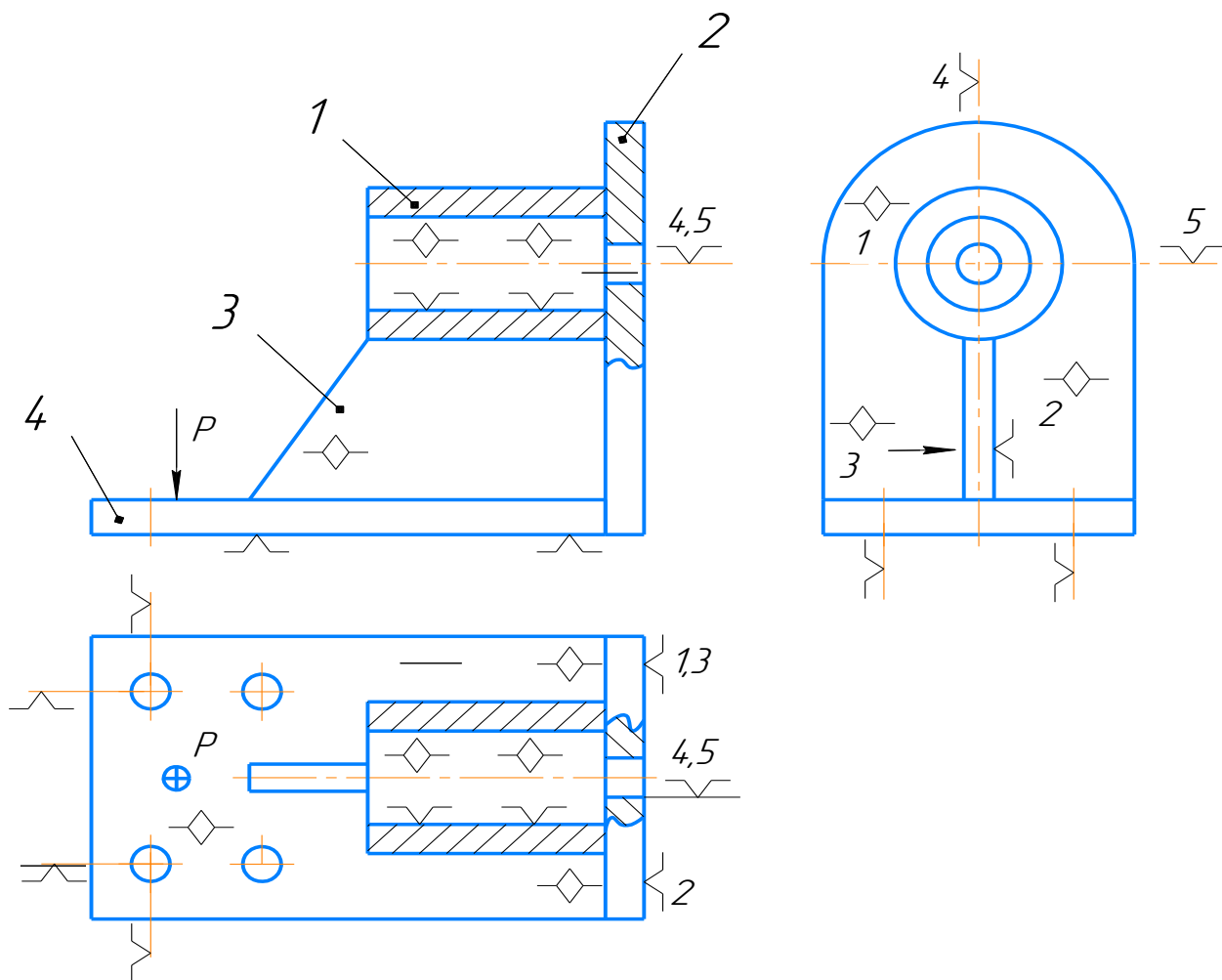


Рис. 32. Опора зварна (схема базування заготовок):
1-втулка; 2-провушина; 3-ребро; 4-основа.

Етап 3. На рис. 33 приведений варіант складального пристрою, скомпонованого за розробленою схемою базування. Конструкція пристрою забезпечує можливість складання опори для зварювання без використання операцій прихваток. На плиті 1 закріплений упор 2 з двома циліндричними пальцями 4 для фіксації основи виробу. Притиск основи виробу до упору 2 здійснюється двома гайками 3 завдяки різьбі, що виконана на циліндричних пальцях 4. Плита 1 має отвір з пазами, в які входить хвостовик 7 оправки 6 з притискачем ребра 5. Оправка 6 разом з притискачем 5 та ребром виробу, повертаючись навколо осі, притискає ребро до основи. Фіксація ребра відбувається за рахунок прямокутної канавки притискача, ширина якої на 0,5 мм більша товщини ребра. Циліндричні поверхні оправки 6 та хвостовика 7 забезпечують співвісність провущини та втулки. Фіксація хвостовика 7 оправки 6 в необхідному положенні відбувається завдяки сухарику та поздовжньому і кільцевим пазам в циліндричному отворі плити 1. Сухарик розміщується в шпоночній канавці хвостовика оправки 6.

Механізм закріплення хвостовика 7 в плиті 1 подібний байонетному з'єднанню і умовно на рис.33 не показаний.

Складання для зварювання полягає в наступному. На пальці 4 упору 2 установлюється основа виробу з відповідними отворами і закріплюється двома гайками 3. Після цього на плиті 1 пристрою установлюється провущина опори з втулкою. В отвір втулки установлюють оправку 6 з притискачем 5 та хвостовиком 7. В паз притискача 5 установлюється ребро опори. В заданій позиції ребро фіксується притискачем 5, а хвостовик 7, завдяки сухарику та поздовжньому і кільцевому пазам в плиті 1 фіксує оправку 6 шляхом повороту притискача з ребром навколо осі оправки. В цьому положенні усі заготовки опори взаємно закріплені і необхідність постановки прихваток відпадає. Таким чином складений виріб підготовлено до зварювання усіх швів.

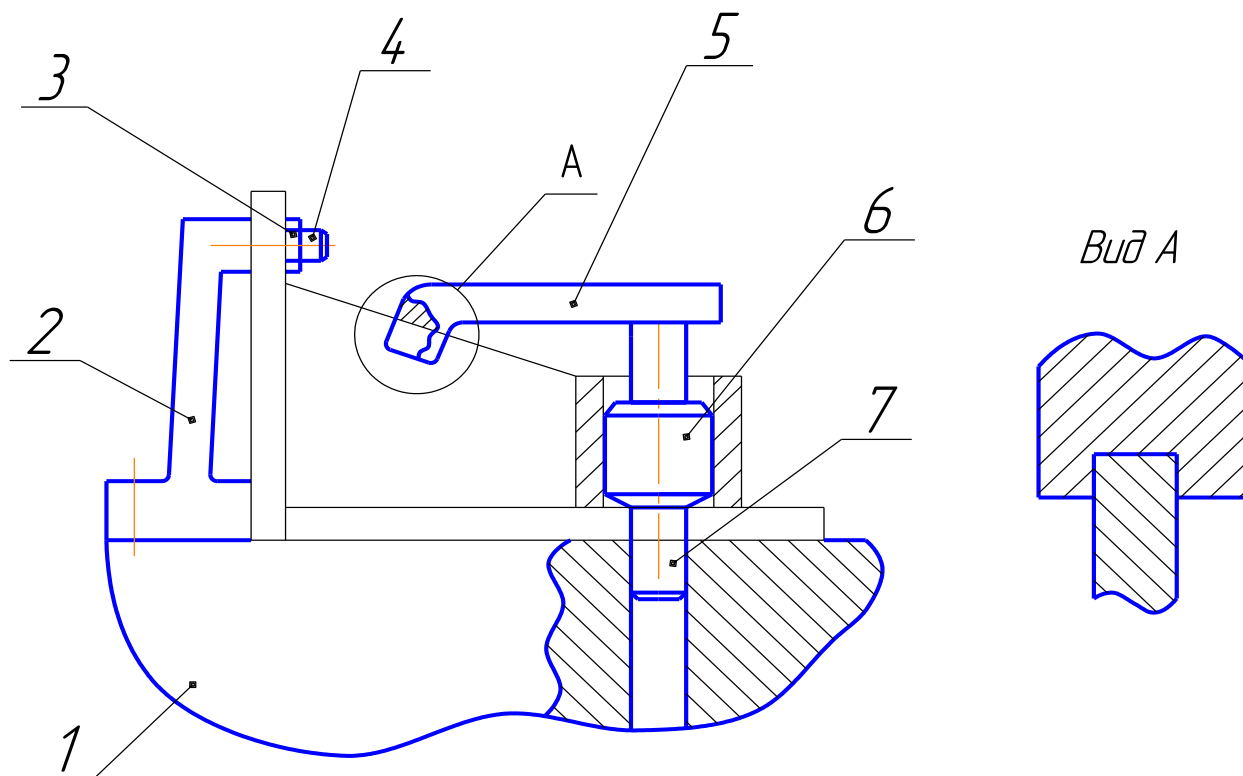
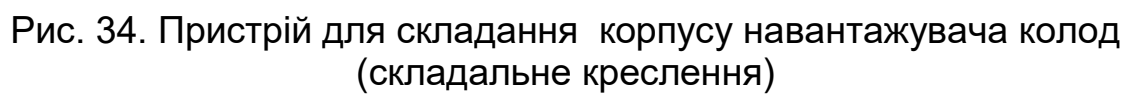


Рис.33. Пристрій для складання опори без прихваток

Складальні кресленики вміщують зображення пристрою для складання або для складання та зварювання виробу чи одного з вузлів виробу, якщо його конструкція підлягає технологічному розчленуванню. Кресленики складального пристрою виконують основною лінією разом з виробом (вузлом), зображеним тонкими лініями іншого кольору (синій або червоний). При цьому виріб вважають прозорим, що дає можливість зображати на кресленику всі

Приклад оформлення складального креслення пристрою для складання корпусу навантажувача колод показано на рис. 34.



Література

1. Березін Л.Я., Хоменко М.М., Карпенко А.С. Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва. Навчальний посібник.- Чернігів: ЧДТУ, 2003. – 142 с.
2. Галкин В. А. Справочник по сборочно-сварочной оснастке цехов верфи. – Л.: Судостроение, 1983. - 304 с.
3. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства.-М.: Машиностроение, 1979.-280 с.
4. Евстифеев Г.А., Веретенников И.С. Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчет.-М.: Машиностроение, 1977.- 96 с.
5. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч.посібник .-К.: Арістей, 2005. – 268 с.
6. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві/ 2-ге видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник.- К.: Арістей, 2006.- 272с.
7. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. - 277 с
8. Куркин С. А., Ховов В. М. , Рыбачук А.М. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас. - М.: Машиностроение, 1989. - 328 с.
9. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производства / Д. Т. Логанов, М. Т Баранников, Ю. К. Петропавловский и др.-М. Машиностроение.1989. 120с.
10. Пономарев А., Чугунихин И. С., Бородин Ю. В. Универсально-сборные приспособления для сборочно-сварочных работ: Альбом. - М.: Машиностроение, 1981. - 152 с.
11. Рыморов Е. В, Новые сварочные приспособления.-Л.: Стройиздат, 1988. - 125 с.
12. Сварка в машиностроении: Справочник: В 4 т. - М.: Машиностроение 1978-79.- Т.1.- 502 с.; Т. 2. - 462 с.; Т. 3. - 568 с.; Т. 4. - 512 с.
13. Севбо П. И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. - Киев: Наук. думка, 1978. - 400 с.
14. Терликова Т. Ф., Мельников А С., Баталов В. И. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1980. –120с.
15. Таубер Б.А. Сборочно-сварочные приспособления и механизмы. М.: Машиностроение, 1951. 416 с.

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет (інститут)	Зварювальний
Кафедра	Зварювального виробництва
Спеціальність	131 Прикладна механіка

ЗАВДАННЯ

на курсовий проект з кредитного модулю
«Складально-зварювальне оснащення-2.
Проектування складально-зварювальної оснастки»

студенту гр. _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту « » 201 р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____ Ескіз зварного виробу (додається).
Матеріал виробу – _____

Виробнича програма виготовлення виробу – _____ шт.

Умови виготовлення – цехові (на монтажі, температура повітря)– _____